Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen

Von

Arthur Winkler

(Mit 6 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. März 1928)

Vor drei Jahren habe ich mit Studien im Bereiche der inneralpinen Tertiärbecken begonnen, welche sodann 1926 und 1927 fortgesetzt und in letzterem Jahre durch eine Unterstützung von seiten der Akademie der Wissenschaften in Wien gefördert wurden. Für die Gewährung der Subvention erlaube ich mir der Akademie der Wissenschaften auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank zum Ausdruck zu bringen. Die Studien sind inzwischen so weit vorgeschritten, daß nunmehr eine Darstellung der vorläufigen Resultate versucht werden kann.

Es sollen im folgenden in einem ersten Abschnitte die Ablagerungen des oberen Ennsgebietes und deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern des Dachsteingebietes, in einem zweiten Abschnitte die Tertiärbildungen von Hieflau im Gesäuse und deren Verhältnis zu den Augensteinfeldern der Nachbarschaft erörtert, in einem dritten Abschnitt die tertiäre »Molasse« des Unterinntals in Tirol kurz besprochen werden, während ein Schlußabschnitt eine Zusammenfassung und Hervorhebung der erzielten Resultate allgemeinerer Bedeutung enthalten wird.

I. Die tertiären Ablagerungen im oberen Ennsgebiete.

A. Das Wagreiner Tertiär.

Seit langem ist das Auftreten tertiärer Gesteine im Wasserscheidengebiete von Enns und Salzach, in der Wagrein, bekannt (Prinzinger 51). Schon Peters (47) hat dann die Ablagerung eingehender besprochen und ihren Aufbau an der Hand eines Profils erörtert. Auf Grund aufgefundener, von C. Ettingshausen bestimmter Pflanzenreste wurden die Schichten ins Miozän gestellt, welcher Deutung auch D. Stur (74) gefolgt ist, während C. M. Gümbel (20) hervorhebt, daß die Sandsteine Pflanzenreste vom Typus jener von Reit im Winkel (oligozän) enthielten. F. Wähner (79) denkt sich die Wagreiner Schotter von einem aus der Schladminger Masse kommenden Flusse aufgeschüttet.

F. Trauth hat im Jahre 1908, im zweiten Berichte V. Uhligs über die Forschungen in den Radstädter Tauern (76), kurz auf das Wagreiner Tertiär Bezug genommen und dessen Zugehörigkeit zu den Ablagerungen der Lobenau bei Radstadt, sowie zu jenen am Stoderzinken und bei Gröbming betont. Später hat derselbe Forscher speziell in seiner »Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes« in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften Wien 1925 die Wagreiner Tertiärschichten auf Grund genauerer Begehungen eingehender beschrieben und deren Verbreitung auf einer Karte ersichtlich gemacht (78). Die Schichten lagern nach Trauth mit einem groben Konglomerat dem Pinzgauer Phyllit auf und werden von einer Wechsellagerung gröberen und feineren Konglomerats mit glimmerigem Sandstein und schließlich von feinen muskowitreichen Sandsteinen bedeckt, welch letztere auch die meisten Kohlenflözchen enthalten. Bezüglich der Geröllzusammensetzung wird auf das Vorherrschen der Quarze und grauen und grünen Quarzphyllite (Pinzgauer Phyllite) der Grauwackenzone und von Radstädter Quarzphylliten und Quarziten hingewiesen. Daneben wird auch das Auftreten von Radstädter Kalken, turmalinführenden Gneisen und Glimmerschiefern, Bändergneisen und Granitgneisen, hervorgehoben. Es wird vorausgesetzt, daß das Material durch einen der tertiären Enns tributären Fluß aus der Grauwackenzone und aus dem Tauerngebiete herbeigeschleppt wurde. Das Alter des Wagreiner Tertiärs wird unter Berücksichtigung der aus dem Jahre 1854 stammenden Bestimmungen der Blattreste als miozän angenommen. Die Ablagerungen werden den Augensteinschottern des Dachsteinplateaus gegenüber als jünger angesehen.

Ich habe das Wagreiner Tertiär zweimal besucht. Den besten Einblick in die meist schlecht aufgeschlossene Schichtfolge gewährt wohl der sogenannte Steinbachergraben, welcher beim Gehöft des Steinbacher (südwestlich von Reitdorf) am Nordgehänge des Grieskaareck (1988) herabkommt und genauer untersucht wurde. Die im Bachbett erschlossene Schichtfolge läßt einen tieferen, vorwiegend konglomeratischen Komplex und einen höheren, vorwiegend sandig-tonigen Anteil erkennen. Die Konglomeratlagen wechseln oftmals mit Sandsteinbänken. Gegen das Hangende zu treten die Konglomerate, welche hier feinkörniger werden, zurück und schließlich herrschen sandige Tone und tonige Sandsteine vor. In diesen mächtigeren Hangendschichten sind, wie ich in Übereinstimmung mit Trauth hervorheben möchte, die seinerzeit beschürften Kohlenflöze eingeschaltet.

Die Gerölle im Konglomerat zeigen durchschnittlich nuß- bis kindesfaustgroße Komponenten, doch finden sich auch einzelne bis überkopfgroße Gerölle eingeschaltet. An anderen Stellen, wie an den von Trauth hervorgehobenen Ausschüssen beim Ebenfeld, kommt auch grobes Blockwerk vor. Die Schichtung ist im Steinbachergraben eine deutliche und ein Sedimentationsrhythmus durch den Wechsel von Sandstein und Konglomeratlagen angedeutet.

Die Untersuchung der Gerölle in den langgedehnten Aufschlüssen im Steinbachergraben hatte folgendes Ergebnis: 1. Pinzgauer Phyllite der Grauwackenzone und Quarzphyllite überhaupt, in ihren verschiedenen Abarten. Darunter finden sich häufig graphitische Schiefer und Serizitquarzite sowie auch Grünschiefer; 2. Quarzgerölle und Gerölle mit noch anhaftenden Resten von Grauwackenschiefer, welche, zusammen mit den unter 1 genannten Materialien die Hauptmasse des Schotters bilden; 3. dunkle Quarzite. 4. turmalinführende Pegmatitgesteine und Gneise; 5. Gerölle eines schiefrigen Granitgneises; 6. seltene, kleinste Geröllchen eines rötlichen Tons; 7. Gerölle eines gelblichen, sandig anwitternden Gesteins, welches mich an Eozän erinnerte.

Die Geröllzusammensetzung läßt erkennen, daß hier fast ausschließlich Gesteine vorliegen, die in der Grauwackenzone, in der Quarzphyllitregion und in Gneisen von altkrystallinem Habitus ihr Ursprungsgebiet besitzen. Sehr auffällig ist es dagegen, daß ich in den sehr genau durchmusterten Bildungen des Steinbachergrabens keine Gerölle des Radstätter Mesozoikums entdecken konnte, obwohl sich, etwa 3 *km* von diesen Aufschlüssen entfernt, die Triasgesteine des »Lackenkogelfensters« aufwölben, um in etwa 5 *km* Distanz am Lackenkogel mit 2049 *m* Seehöhe den Gebirgskamm zu bilden und obwohl in kaum 8 *km* Entfernung die zusammenhängende Masse des Radstädter Triasgebirges beginnt! Auch das Fehlen von Geröllen, die man mit Sicherheit von Gesteinen des eigentlichen »Tauernfensters« ableiten könnte, wie sie Gerölle aus der Schieferhülle[1] oder aus dem Zentralgneise darstellen würden, muß verzeichnet werden.[2] Die turmalinführenden Gesteine, die recht häufig sind, kann man meiner Meinung nach nicht aus dem Zentralgneisgebiet ableiten, da dort turmalinführende Pegmatite, wenn überhaupt vorhanden, so doch äußerst selten sind. Dagegen sind bekanntlich turmalinführende Gesteine in unserem Altkrystallin weit verbreitet. Auch die von Trauth erwähnten Bändergneise und Pegmatite, mit 2 *cm* großen Muskovittafeln, die ich auch beobachtet habe, sind mir aus dem durch meine Aufnahmen und Begehungen genauer bekannten Zentralgneisgebiete der östlichen Tauern nicht in Erinnerung. Warum sollten überhaupt gerade diese nicht besonders widerstandsfähigen, im Zentralgneisgebiete fehlenden oder höchstens als Seltenheiten auftretenden Gesteine im Geröllmaterial des Wagreiner Tertiärs erkennbar, dagegen keine Serpentine, hochmetamorphen Grünschiefer, Quarzite, Marmore und typische Zentralgneise der Beobachtung zugänglich sein?

---

[1] Wie die doch sehr widerstandsfähigen Serpentine, dann die Marmore und Quarzite.

[2] Ein einziges von mir aufgefundenes Gerölle von Granitgneis könnte eventuell aus dem Zentralgneis stammen. Doch entspricht auch dieses seinem Aussehen nach nicht einem typischen Zentralgneis, sondern eher einem Gneise der verschieferten Randpartien. Es ist aber wahrscheinlicher, daß auch dieses Granitgneisgerölle aus den altkrystallinen Augengneislagern abstammt.

Eine Zufuhr des Materials aus nördlicher (nordwestlicher und nordöstlicher Richtung) kann natürlich nicht vorausgesetzt werden, da in diesem Falle die Gesteine der Kalkalpen und ihrer Basis im Geröllmaterial auftreten müßten. Man wird daher zur Vermutung gedrängt, daß das Abtragsgebiet, welches das Geröllmaterial für die Konglomerate des Wagreiner Tertiärs geliefert hat, zwar im S gelegen war, aber damals noch von ganz anderer Beschaffenheit, als gegenwärtig gewesen ist. Die zum Teil recht gute Abrollung des Schotters weist auf eine gewisse Transportlänge der Geröllförderung hin. Bei der fast ausschließlichen Zusammensetzung aus Grauwacken- und Phyllitgesteinen (nebst altkrystallinem Material) muß ein ausgedehnterer Einzugsbereich innerhalb einer Grauwacken- und Phyllitzone und im Altkrystallin vorausgesetzt werden, wie er unter nachstehenden Annahmen verständlich erscheint.

Im Sinne der neueren Auffassungen über den Alpenbau ist bekanntlich mit einem Vorgleiten von Grauwacken- und Altkrystallindecken über den Rahmen des »Tauernfensters« und über dessen »Radstädter Decken« vorauszusetzen.[1] Die deutlich merkbare Metamorphose der Radstädter Gesteine zeigt an, daß ihre jungalpine Faltung und Umformung unter einer gewissen Belastung erfolgt ist. Hiefür können wohl im gegebenen Falle in erster Linie die »ostalpinen Grauwackendecken« verantwortlich gemacht werden. Wahrscheinlich war zur Zeit, als sich die Schotter der Wagreiner Zone bildeten, das Gebiet der östlichen Hohen Tauern (Zentralgneise und Schieferhülle) noch unter einer mehr oder minder geschlossenen Masse einer höheren Grauwacken-Altkrystallindecke begraben, die — über dem gegenwärtigen Relief gelegen — seither dort der Abtragung völlig zum Opfer gefallen ist.

Daß die Erhaltung des Wagreiner Tertiärs nur auf tektonische Ursachen zurückzuführen ist (also nicht der Füllung einer schmalen Talrinne entspricht), geht aus dessen heftigen Störungen und seiner wenigstens teilweisen Bruchbegrenzung hervor. In dem vorerwähnten Steinbachergraben fallen die Schichten mit 50 bis 60° gegen S und SW ein, wobei sich lokale Neigungen bis über 70° einstellen. Erst gegen das Hangende zu nimmt die Schichtfolge eine flachere Lagerung ein. Kleine, flach gegen S einfallende Verwürfe durchsetzen dieselbe. An einer dieser Störungen konnte beobachtet werden, daß hier das Hangende über das Liegende vorgeschoben wurde. Harnische treten reichlich auf und führten stellenweise zur Entstehung von Quetschschiefern. Es kann vermutet werden — ohne daß indessen hierfür beweisende Aufschlüsse angetroffen wurden —, daß das Wagreiner Tertiär im S von den Gesteinen der Grauwackenzone steil überschoben ist. Zweifellos bildet der Wagreiner Tertiärzug einen eingeklemmten Streifen, der den Rest einer einst viel ausgedehnteren Schichtdecke darstellt. Auch die ziemlich mächtigen, feinkörnigen,

[1] Vgl. hiezu L. Kober (23) und A. Winkler (86).

höheren Lagen im Wagreiner Tertiär weisen auf eine ursprünglich viel ausgedehntere, flächenhaftere Verbreitung der Absätze hin, als sie gegenwärtig inne haben. Das Rückland, welches den Abtragschutt geliefert hat, war nach der im allgemeinen nur mäßigen Geröllgröße zu urteilen, von Mittelgebirgscharakter. Zur Entstehungszeit des Wagreiner Tertiärs haben also von den gegenwärtigen noch sehr abweichende, morphologische Verhältnisse bestanden.

B. Das Tertiär der Lobenau bei Radstadt.

Das unmittelbar bei der Stadt Radstadt gelegene Tertiärvorkommnis der Lobenau ist in der Literatur schon mehrfach erwähnt worden. Findet sich doch dort und in der Nähe der Lobenau das

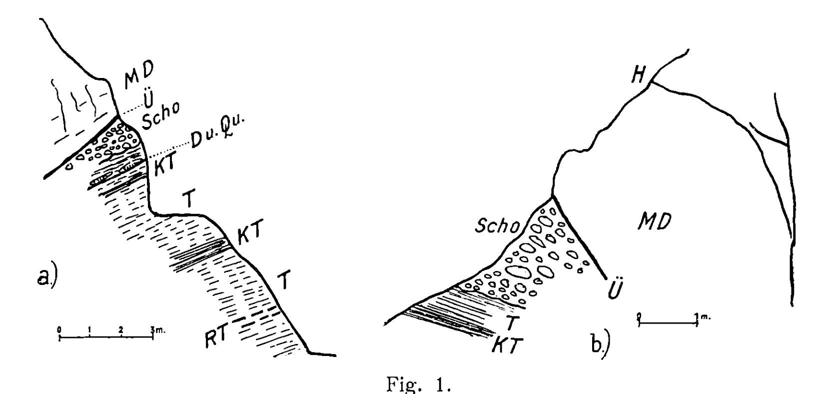


Fig. 1.

MD = Mandlingdolomit.
D = Kleine Dolomitschuppen.
T = Tone des Wagreiner Tertiärs.
KT = Kohlige Tone des Wagreiner Tertiärs.
RT = rötliche Tertiärtone,
Scho = Jüngerer, tertiärer Schotter.
Q = Quetschschiefer.
Ü = Überschiebung.

von C. W. Gümbel entdeckte (19), später von E. v. Mojsissovics studierte (39), interessante »Eozän von Radstadt«, welches, speziell nach den genauen Untersuchungen von F. Trauth (76a), nur in Form von Eozängeröllen auf sekundärer Lagerstelle vorliegt. Auf Grund meiner Beobachtungen möchte ich Trauth's Auffassung beipflichten.

Neue Aufschlüsse im Steinbruch der Lobenau gewähren aber noch weitergehende interessante Anhaltspunkte. Das jetzige Aufschlußbild im Steinbruche ist auf Fig. 1 wiedergegeben. Hier konnte ich bei dreimaligem Besuche die Feststellung machen, daß zwei, durch eine Diskordanz voneinander getrennte Tertiärkomplexe vorliegen:

1. Ein tieferer Komplex von graugrünen und rötlichen Tonen, der die schon von verschiedenen Autoren erwähnten Kohlenschmitze enthält und den ich mit Trauth als Äquivalent des Wagreiner Tertiärs auffassen möchte.

2. Ein darüber gelagerter, nur wenige Meter mächtiger Grobschotterkomplex, welcher zahlreiche bis überkopfgroße, schön gerundete Gerölle von Wagreiner Tertiärkonglomerat und Sandstein

Eine Zufuhr des Materials aus nördlicher (nordwestlicher und nordöstlicher Richtung) kann natürlich nicht vorausgesetzt werden, da in diesem Falle die Gesteine der Kalkalpen und ihrer Basis im Geröllmaterial auftreten müßten. Man wird daher zur Vermutung gedrängt, daß das Abtragsgebiet, welches das Geröllmaterial für die Konglomerate des Wagreiner Tertiärs geliefert hat, zwar im S gelegen war, aber damals noch von ganz anderer Beschaffenheit, als gegenwärtig gewesen ist. Die zum Teil recht gute Abrollung des Schotters weist auf eine gewisse Transportlänge der Geröllförderung hin. Bei der fast ausschließlichen Zusammensetzung aus Grauwacken- und Phyllitgesteinen (nebst altkrystallinem Material) muß ein ausgedehnterer Einzugsbereich innerhalb einer Grauwacken- und Phyllitzone und im Altkrystallin vorausgesetzt werden, wie er unter nachstehenden Annahmen verständlich erscheint.

Im Sinne der neueren Auffassungen über den Alpenbau ist bekanntlich mit einem Vorgleiten von Grauwacken- und Altkrystallindecken über den Rahmen des »Tauernfensters« und über dessen »Radstädter Decken« vorauszusetzen.[1] Die deutlich merkbare Metamorphose der Radstädter Gesteine zeigt an, daß ihre jungalpine Faltung und Umformung unter einer gewissen Belastung erfolgt ist. Hiefür können wohl im gegebenen Falle in erster Linie die »ostalpinen Grauwackendecken« verantwortlich gemacht werden. Wahrscheinlich war zur Zeit, als sich die Schotter der Wagreiner Zone bildeten, das Gebiet der östlichen Hohen Tauern (Zentralgneise und Schieferhülle) noch unter einer mehr oder minder geschlossenen Masse einer höheren Grauwacken-Altkrystallindecke begraben, die — über dem gegenwärtigen Relief gelegen — seither dort der Abtragung völlig zum Opfer gefallen ist.

Daß die Erhaltung des Wagreiner Tertiärs nur auf tektonische Ursachen zurückzuführen ist (also nicht der Füllung einer schmalen Talrinne entspricht), geht aus dessen heftigen Störungen und seiner wenigstens teilweisen Bruchbegrenzung hervor. In dem vorerwähnten Steinbachergraben fallen die Schichten mit 50 bis 60° gegen S und SW ein, wobei sich lokale Neigungen bis über 70° einstellen. Erst gegen das Hangende zu nimmt die Schichtfolge eine flachere Lagerung ein. Kleine, flach gegen S einfallende Verwürfe durchsetzen dieselbe. An einer dieser Störungen konnte beobachtet werden, daß hier das Hangende über das Liegende vorgeschoben wurde. Harnische treten reichlich auf und führten stellenweise zur Entstehung von Quetschschiefern. Es kann vermutet werden — ohne daß indessen hierfür beweisende Aufschlüsse angetroffen wurden —, daß das Wagreiner Tertiär im S von den Gesteinen der Grauwackenzone steil überschoben ist. Zweifellos bildet der Wagreiner Tertiärzug einen eingeklemmten Streifen, der den Rest einer einst viel ausgedehnteren Schichtdecke darstellt. Auch die ziemlich mächtigen, feinkörnigen,

---

[1] Vgl. hiezu L. Kober (23) und A. Winkler (86).

höheren Lagen im Wagreiner Tertiär weisen auf eine ursprünglich viel ausgedehntere, flächenhaftere Verbreitung der Absätze hin, als sie gegenwärtig inne haben. Das Rückland, welches den Abtragschutt geliefert hat, war nach der im allgemeinen nur mäßigen Geröllgröße zu urteilen, von Mittelgebirgscharakter. Zur Entstehungszeit des Wagreiner Tertiärs haben also von den gegenwärtigen noch sehr abweichende, morphologische Verhältnisse bestanden.

B. Das Tertiär der Lobenau bei Radstadt.

Das unmittelbar bei der Stadt Radstadt gelegene Tertiärvorkommnis der Lobenau ist in der Literatur schon mehrfach erwähnt worden. Findet sich doch dort und in der Nähe der Lobenau das

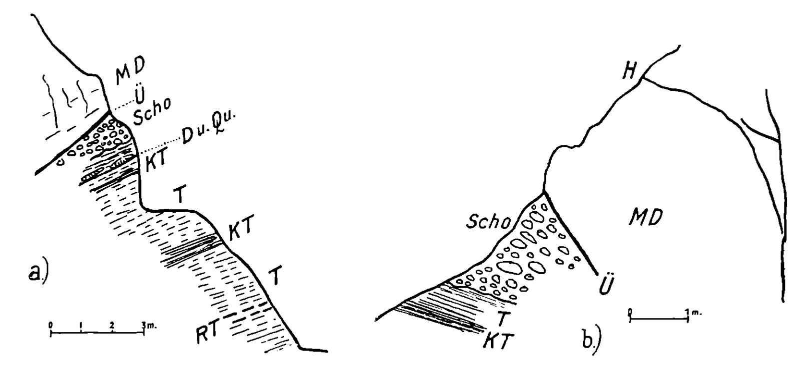


Fig. 1.

MD = Mandlingdolomit.
D = Kleine Dolomitschuppen.
T = Tone des Wagreiner Tertiärs.
KT = Kohlige Tone des Wagreiner Tertiärs.
RT = rötliche Tertiärtone,
Scho = Jüngerer, tertiärer Schotter.
Q = Quetschschiefer.
Ü = Überschiebung.

von C. W. Gümbel entdeckte (19), später von E. v. Mojsissovics studierte (39), interessante »Eozän von Radstadt«, welches, speziell nach den genauen Untersuchungen von F. Trauth (76a), nur in Form von Eozängeröllen auf sekundärer Lagerstelle vorliegt. Auf Grund meiner Beobachtungen möchte ich Trauth's Auffassung beipflichten.

Neue Aufschlüsse im Steinbruch der Lobenau gewähren aber noch weitergehende interessante Anhaltspunkte. Das jetzige Aufschlußbild im Steinbruche ist auf Fig. 1 wiedergegeben. Hier konnte ich bei dreimaligem Besuche die Feststellung machen, daß zwei, durch eine Diskordanz voneinander getrennte Tertiärkomplexe vorliegen:

1. Ein tieferer Komplex von graugrünen und rötlichen Tonen, der die schon von verschiedenen Autoren erwähnten Kohlenschmitze enthält und den ich mit Trauth als Äquivalent des Wagreiner Tertiärs auffassen möchte.

2. Ein darüber gelagerter, nur wenige Meter mächtiger Grobschotterkomplex, welcher zahlreiche bis überkopfgroße, schön gerundete Gerölle von Wagreiner Tertiärkonglomerat und Sandstein

enthält. Nebeneinander gelegte Stücke dieser Konglomeratgerölle und von Wagreiner Konglomerat gleichen einander völlig.

Als sich diese Schotterbank in der Lobenau bildete, waren also die Schichten des Wagreiner Tertiärs nicht nur abgelagert und verfestigt, sondern auch schon wieder in Zerstörung begriffen. Die Konglomeratgerölle erreichen eine Länge bis zu 30 *cm*. Neben diesen, dem Tertiär entnommenen Geröllen finden sich Dolomite vom Aussehen des Mandlingdolomits, schwarze Dolomite, verschiedenfarbige Kalke, eine bunte Kalkbreccie von Verrucanohabitus, Quarzite und Serizitquarzite und schließlich verschiedene Quarze und schiefrige Quarze. Das Material zeigt eine deutliche Abrollung, hat also jedenfalls einen etliche Kilometer betragenden Transport zurückgelegt. Doch spricht die geringe Auslese im Schotter gegen eine Zufuhr von weiter her.

Ich halte es für äußerst wahrscheinlich, daß auch die vielgenannten Eozängerölle aus derselben, dem Lobenauer Tegel unvermittelt, aufgelagerten Blockschotterbank stammen. Schon in der Literatur wird das Auftreten von Eozängeröllen im Lobenauer Steinbruch erwähnt (E. v. Mojsissovics, 39, p. 215). Ich habe unweit des Steinbruches in der östlichen Fortsetzung des Grobschotters ein Eozängerölle aufgefunden.[1] Das Eozän liegt also offenbar nicht in den Lobenauer Tonsedimenten (= Wagreiner Tertiär) oder darunter, wie vermutet wurde, sondern in einer jüngeren Ablagerung, in der das Wagreiner Tertiär aufgearbeitet vorliegt, in Geröllform eingebettet. Aber auch die letztere ist zweifelsohne noch tertiären Alters.

Denn beide Komplexe sind, wie Fig. 1 zeigt, noch von kräftigen Störungen betroffen worden, welche sich in einer mittelsteilen, nordgerichteten Aufschiebung der »Mandlingtrias« auf die jungen Ablagerungen zu erkennen geben, wie es übrigens schon von E. v. Mojsissovics (39, p. 9) vermutet worden war. Unter der Wucht der aufgeschobenen Kalkmasse sind viele Gerölle verquetscht und mit tektonischen Schrammen versehen worden. Es lassen sich hier geradezu Musterbeispiele tektonisch zerdrückter und gekritzter Gerölle aufsammeln. Die obersten Lagen des Lobenauer Tons sind stark verdrückt und weisen eine eingeschuppte Partie von Dolomit auf. Auch die aufgeschobene Mandlingtrias ist von zahlreichen Bewegungsklüften mit steilen Harnischen durchsetzt.

Dieser Aufschluß zeigt, daß wir bei Radstadt mit zwei durchaus altersverschiedenen tertiären Ablagerungen zu rechnen haben, die beide noch von einer jungen, steilen Überschiebung ergriffen wurden. Unter den kohleführenden Tonschichten in der Lobenau dürfte — unter dem Ennstalboden — auch noch die Konglomerat- und Sandsteingruppe des Wagreiner Tertiärs vorauszusetzen sein, die wir als Gerölleinschlüsse in den auflastenden Schotterbänken antreffen.

---

[1] Östlich davon hat Trauth mehrere Eozänfunde gemacht (76 *a*).

C. Die Augensteine des Dachsteingebietes.

Schon im Jahre 1851 hat F. Simony (61) die von ihm im Dachsteingebiete, zum Teil in sehr großen Höhen aufgefundenen »Urgebirgsgeschiebe als die Reste einer nun schon fast gänzlich zerstörten Sandstein- oder Konglomeratbildung« betrachtet. Später hat F. v. Mojsisovics, der bekannte Erforscher des Salzkammergutes, die Meinung ausgesprochen (40, p. 15), daß die Augensteine, für die inzwischen verschiedenartige Deutungen versucht worden waren[1], »Denudationsrelikte tertiärer Schotter und Konglomerate vom selben Alter, wie die tertiären Schotter und Konglomerate des Ennstales« darstellen, eine Auffassung, die später von G. Geyer (12, p. 308)[2], N. Krebs (26) und anderen akzeptiert wurde. G. Götzinger hat dann wohl zum erstenmal, auf Grund eigener Untersuchungen (16), auf die regionale Bedeutung des Phänomens der Augensteine in den nördlichen Kalkalpen verwiesen und dieselben als Zeugen für eine ursprüngliche, tertiäre, von den Zentralalpen über die kalkalpinen Hochplateaus hinweggerichtete Entwässerung angesehen. Götzinger versuchte zwischen der Augensteinüberstreuung und den morphologischen Niveaus eine Beziehung herzustellen, in dem die Augensteine die zu den Kalkhochflächen zugehörigen Flußablagerungen darstellen sollten. F. v. Machatschek hat in seiner Monographie der Salzburger Alpen (37) darauf verwiesen, daß zwischen den Augensteinen, die sich bis auf die höchsten Teile des Gebirges hinauf verfolgen lassen, und den »Verebnungen«, auf denen sie stellenweise auftreten, keinerlei Zusammenhang bestehe. Außer einer Zufuhr durch zentralalpine Flüsse müsse auch mit einem innerhalb der Kalkalpen gelegenen Ursprungsgebiete der Augensteine (Auswaschungen aus mesozoischen und alttertiären Schichten) gerechnet werden.

Angesichts der schon mehrfach geäußerten, engen Beziehungen, die zwischen den tertiären Ablagerungen des Ennstals und den Augensteinen der Kalkhochalpen bestehen, habe ich genauere Vergleichstouren im Dachsteingebiete und im Tennengebirge vorgenommen, über die im folgenden berichtet werden soll. Besonderes Augenmerk richtete ich auf den Verband der Augensteine, um feststellen zu können, ob eine Beziehung zwischen diesen Aufschüttungen und den alten Oberflächen bestünde, oder ob die Augensteine unabhängig hievon erscheinen und auf sekundärer Lagerstätte auftreten.

1. Beim Gutenberg-Hause nördlich von Schladming wurde im Aufstiege zur Gruberscharte (östlich der Scheichenspitze) eine Kluftfüllung im Dachsteinkalke beobachtet, welche Quarzkörnchen (bis

---

[1] Eduard Suess hatte an das Emporbringen der Urgebirgsgerölle durch Geysire gedacht. (Ein Forscher erwog die Möglichkeit, daß die Augensteine Magensteine von Vögeln wären.)

[2] Später hat G. Geyer auf die Möglichkeit verwiesen, daß die Augensteine auch aus den grauwackengeröllefführenden Eozänkonglomeraten des Gosaugebiets abgeleitet werden könnten (13, 14).

über Erbsengröße) und abgerollte Bohnerzkügelchen enthält. Hier liegen also die Augensteine deutlich auf sekundärer Lagerstätte in der Füllung einer schmalen Spalte vor.

2. Ein Fundpunkt von Augensteinen liegt nördlich des Landfriedsteins, westlich Kote 2217 (der Alpenvereinskarte). Hier beobachtete ich an zwei nahegelegenen Stellen Ablagerungen von Augensteinen, die an der einen Stelle vorwiegend aus wohlgerundeten Radiolariten[1] bestehen, an anderer Stelle nebst Hornstein zahlreiche weiße Quarzgerölle führen, die in braunem Lehm eingebettet sind. An einer der beiden Stellen war auch hier festzustellen, daß die Augensteine aus einer Kluftfüllung herausgewittert waren, die auch viel eckiges Hornsteinmaterial enthielt.

3. Ein weiterer Augensteinfundpunkt liegt bei »Schneeberg« (Kote 2048), nördlich der vorigen Stellen, wo aber nur einzelne lose Gerölle beobachtet wurden.

4. Besonderes Interesse verdient das Augensteinlager nördlich der Feisterscharte (bei Kote 2266), wo eine ganze Ablagerung, in gelben Lehm eingebettet, vorliegt, die ausschließlich aus Quarz- und Schiefergeröllchen (vom Aussehen der Grauwackengesteine) besteht.

Zahlreiche Fundpunkte von Augensteinen beobachtete ich an dem begangenen Wege von der Feisterscharte über die Schönbühelalpe zur Gjaidalm, aus welchem Raume sie auch schon von Mojsissovics, Krebs, Machatschek und anderen erwähnt werden.

5. Hier beobachtete ich zunächst eine Augensteinablagerung ostnordöstlich des Eselsteins. Dieses Schotterlager enthält Quarzgerölle, Gneisgeröllchen, solche von typischen Grauwackenschiefern (grünliche Phyllite und dunkle kohlige Phyllite, wie sie im Wagreiner Tertiärkonglomerat auch so häufig auftreten), rötliche Toneinschlüsse (gleich jenen des Wagreiner Konglomerats) und schließlich Bohnerzkügelchen. Hier ist das vollständige Fehlen von Hornsteingeröllen kennzeichnend. Quarz- und Gneisgeschiebe erreichen bis Kindesfaustgröße. Die Ablagerung erscheint an eine Kluft geknüpft, welche mit einer kalkigen Breccie (mit größeren Kalkbrocken) und Kalksinterkrusten erfüllt ist und in dieser Hauptmasse Quarz-, Gneis- und andere Gerölle erkennen läßt. Durch Auswitterung aus dieser Gangfüllung ist also das Augensteinlager hervorgegangen.

Nicht unweit dieser Stelle fand ich abermals eine mit Augensteinen erfüllte Gangkluft. Auch Sandstein- und sandige Tonbrocken lagen herum, die dieser Gangfüllung entstammten.

6. Etwa $1^1/_2$ *km* östlich des Landfriedsteins beobachtete ich (»bei der Hand« der Alpenvereinskarte) ein Augensteinlager, welches an die nachstehend abgebildete breite Kluft geknüpft ist (Fig. 2*a*). Diese Spalte ist aber offenbar nicht tektonischer Entstehung, wie

[1] Angefertigte Dünnschliffe erwiesen die Gesteine als typische Radiolarite.

ihre unregelmäßige Begrenzung, ihre Breite, ihr unvermitteltes Absetzen in der Längsrichtung und das Fehlen von Harnischen voraussetzen läßt. Ich betrachte sie als eine mit einer Schuttbreccie erfüllte Karsthohlform. Große, eckige Dachsteinkalkblöcke bilden die Hauptmasse der Füllung, während das rötliche Zement aus Kalkbrocken, eckigen Hornsteintrümmern und Augensteinen besteht. Unter den Augensteinen sammelte ich solche von Hornstein, von roten Schiefern (vom Habitus der Werfener Schiefer), daneben aber auch von Quarzen und Gneisen. Die Augensteine sind hier kleinkörnig ausgebildet. Haselnußgroße Gerölle sind bereits eine Seltenheit. Man gewinnt hier den Eindruck, daß von oben her eine Zufüllung einer Karsthohlform durch von Wandung und Decke niederbrechendes Kalkmaterial sowie durch Einschwemmung von Hornsteinschutt und Augensteinen erfolgt ist. Die letzteren sind offenbar aus einer einst vorhandenen, hangenden Schotterbedeckung in die Spalte eingefüllt worden, wobei bei der vermutlich teilweise nur

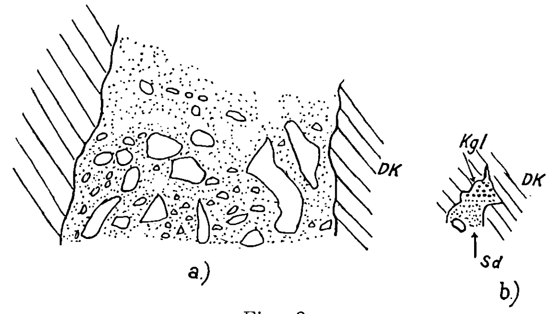


Fig. 2.
DK = Dachsteinkalk. *Kgl* = Konglomerat. *Sd* = Sandstein.

geringen Lichte der Spalte nur feineres Schottermaterial infiltriert werden konnte.

7. Ein weiteres Augensteinlager beobachtete ich in der Nähe der Modereckalpe, wo sich bis über haselnußgroße Quarze, daneben aber auch Hornsteingerölle (Radiolarit) vorfinden.

8. Ebenso fanden sich Geröllagen, ausschließlich aus bis kindesfaustgroßen Quarzen und Gneisen bestehend, in der Nähe der Schönbühelalpe.

9. Schließlich liegt eine ganze Anzahl von Augensteinfundpunkten näher der Gjaidalm im Bereiche des auf der Alpenvereinskarte als Augsteingrube bezeichneten Terrains. Vermutlich sind es diese Vorkommnisse, welche den von anderen Autoren erwähnten Lagerstätten von Augensteinen und Augensteinkonglomeraten bei der Gjaidalpe entsprechen. Von der Schönbühelalpe kommend, fand ich hier zunächst eine NNW streichende, mit 45° gegen O einfallende Kluft, welche in der schmalen Gangfüllung Kalkbrocken und rotes Zement aufweist. Die Kluft selbst ist tektonischer Entstehung, wie die Störungen der Kalkbänke und die Harnische erkennen lassen.

Einige hundert Meter nördlich ist in der streichenden Fortsetzung der Spalte ein schöner Gang erschlossen, welcher zum Teil gegen oben noch sein Dach erhalten hat (Fig. 2*b*). Sandsteine und grobe Konglomerate füllen ihn aus. Große eckige Blöcke von Dachsteinkalk stecken in diesem Sediment. Das letztere besteht im wesentlichen aus quarzführendem Konglomerat und Sandstein, in welch letzterem aber auch schön gerundete Kalkgerölle enthalten sind.[1]

Die Quarzgerölle, welche bei weitem vorherrschen, erreichen bis über Kindesfaustgröße. Die auch Kalkgerölle[2] enthaltende Konglomeratbank lagert über dem Sandstein. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß hier ein alter, über 1800 *m* Seehöhe gelegener Höhlenlauf durch die Erosion teilweise bloßgelegt ist und den Anlaß zur Bildung dieses interessanten Augensteinlagers gegeben hat, welches in einer tektonisch angelegten, durch Karsterosion ausgestalteten Spalte gebildet wurde.

10. Schließlich beobachtete ich beim Krippeneck, einer in der Literatur schon erwähnten Augensteinfundstelle, Gerölle an einem Punkte, an dem irgendwelche tektonische Vorzeichnungen für eine Spalte nicht festzustellen waren und es sich wohl um die Füllung eines Karstschlotes handelt.[3]

Aus diesen hier dargelegten Befunden können meiner Meinung nach folgende Schlüsse gezogen werden:

An den untersuchten Stellen konnte nirgends eine Beziehung der Augensteine zu alten Talniveaus ermittelt werden. Die Augensteine treten vielmehr durchaus auf sekundärer (und tertiärer) Lagerstätte auf. Sie sind, wo die Aufschlüsse eine Beurteilung zuließen, als Ausfüllungen von Karstspalten und Klüften (Schloten) oder als Ausfüllungen alter Höhlengänge (mit teilweiser tektonischer Vorzeichnung) anzusehen. An diesen Stellen befinden sie sich bereits auf sekundärer Lagerstätte und wurden durch junge Erosion bloßgelegt, witterten aus, um schließlich häufig auf tertiärer Lagerstätte in einen gelblichen oder rötlichen Verwitterungslehm eingebettet und in die Dolinen verschwemmt zu werden. Die Augensteine treten, wie schon mehrere Autoren betont haben (Simony 61, 62, Machatschek 37) im Dachsteingebiete auch noch in den höchsten Teilen (am Gjaidstein in 2300 *m* Höhe, am Niederen Kreuz in 2500 *m* Höhe) auf.

Die Augensteine entsprechen teilweise einem Geröllmaterial, dessen Herkunft aus mesozoischen Ablagerungen (Triaskalkgerölle, Radiolaritgerölle aus Juraschichten) abzuleiten ist, zum größeren Teil wurde es aber aus den Zentralalpen herbeigeschafft, wie die

---

[1] Diese Stelle entspricht vermutlich der von G. Götzinger (16) erwähnten Augensteinlokalität.

[2] Es liegt im Bereiche der Möglichkeit, daß die Kalkgerölle schon aus der Zeit der Abtragung der alten Schotterdecke stammen und durch Gerinne aus dem Dachsteinstock selbst mitgebracht wurden.

[3] Die am Gjaidstein gelegenen Augensteinlager konnten infolge eingetretenen Schneefalls nicht besucht werden, doch soll dies heuer erfolgen.

vorherrschenden Quarz-, Grauwackenschiefer- und Gneisgeschiebe anzeigen. Der gute Abrollungszustand, auch der Hornsteine, weist darauf hin, daß die Augensteine ihre Rundung nicht erst in den Spalten oder Höhlengängen erlangt haben, sondern aus fluviatilen Ablagerungen stammen, die sich einst über den Kalkplateaus ausgebreitet hatten.[1] Davon, daß das Material erst in dem Kluftsystem im Dachsteinmassiv selbst seine Rundung erfahren hätte, kann schon deshalb keine Rede sein, weil die vorherrschende Ausfüllung der bloßgelegten Karsthohlformen aus eckigem Kalk- und Hornsteinschutt besteht. Die Hornstein-, Quarz- und Gneisgerölle sind also, ebenso wie die Bohnerze, schon in gerundetem Zustande von einer höher gelegenen, schotterbedeckten Oberfläche hereingeschwemmt worden. Auf der letzteren müssen sie — nach der weiten Verbreitung zu urteilen — ausgedehnte Lager gebildet haben. Vielleicht stammen auch die im Konglomerat bei der Augsteingrube erhalten gebliebenen schön gerundeten Kalke, welche zu den eingebetteten eckigen Kalkstücken in deutlichem Gegensatz stehen, aus der einst überlagernden Schotterdecke.

Bei der Unabhängigkeit der Augensteine vom gegenwärtigen Gebirgsrelief und bei ihrer weiten räumlichen Ausbreitung glaube ich voraussetzen zu können, daß es sich bei ihren Ausgangslagerstätten um sehr ausgedehnte, zusammenhängende Schotterfelder gehandelt hat, welche seinerzeit den größten Teil des Dachsteinstockes, wenn auch nicht vollständig, eingehüllt haben. Während die Gneis-, Quarz- und Schiefergerölle von einem aus der Grauwackenzone und der Schladminger Masse vordringenden Schotterfelde stammen müssen, dürften die Hornsteine (und Kalke?) von den vermutlich nur flacheren Aufragungen am Südsaume der Kalkalpen abzuleiten sein. Diese letztere Zone dürfte allerdings bereits zum größten Teil der Abtragung anheimgefallen sein. Die Rückwitterung des Gebirgsrandes prägt sich ja im Dachsteinmassiv an den Steilwänden des Südabfalls so deutlich aus. Wir kommen also zur Vorstellung, daß die Dachsteingruppe zur Bildungszeit der Ausgangssedimente der Augensteinschotter eine weithin mit einer mächtigen Schotterdecke verhüllte Flachlandschaft dargestellt hat.

Wenn man von der lokalen Geröllzufuhr aus den Kalkalpen selbst (Radiolarite, Kalke!) absieht, zeigen die Augensteine eine gute Übereinstimmung mit dem Geröllbestand des Wagreiner Tertiärs.

---

[1] Ich vermute, daß eine Ableitung der Augensteingerölle aus den von E. Spengler entdeckten (65), grauwackengeröllеführenden Eozänkonglomeraten nur in bescheidenem Maße vorausgesetzt werden kann. Denn diese letzteren Ablagerungen, die noch von großen Überschiebungen mitbetroffen wurden, sind bisher nur in ganz beschränkter räumlicher Ausdehnung festgestellt worden, während die Verknüpfung des Süßwassertertiärs mit den Augensteinen, wie noch gezeigt werden wird, im mittleren und oberen Ennsgebiete und in Osttirol naheliegt. Dazu kommt noch, daß die Eozänkonglomerate des Gosautals festverkalkte Konglomerate darstellen (mit Nulliporen), aus deren Zerstörung die Augensteine schwieriger abzuleiten sind, als aus der Auflösung einer lockeren oder einer schwach verfestigten Quarzschiefer-Geröllablagerung, wie sie das »Süßwassertertiär« darstellt.

Dies gilt besonders für die am Südrand des Dachsteinmassivs von mir untersuchten Augensteine bei der Feisterscharte (analoge Einschlüsse von kohligen Phylliten, graugrünen Phylliten und rötlichen Tonen hier wie dort). Die Augensteine sind naturgemäß als Restschotter anzusehen, in denen die leichter zerstörbaren Materialien im Laufe der mehrfachen Umlagerungen schon während des Transportes von den Zentralalpen ins Dachsteingebiet, dann während des Hineinwaschens in Spalten und Höhlengänge und schließlich bei der Auswitterung und Verlehmung an der gegenwärtigen Oberfläche allmählich ausgemerzt wurden. Der gute Abrollungszustand des zentralalpinen Geröllanteiles spricht aber auch für eine gewisse Länge des Flußtransports, den das Material wohl schon innerhalb der Zentralalpen mitgemacht hat. Es erscheint mir wahrscheinlich, daß die Gerölle der Hauptsache nach aus dem Raume im Süden der Ennstalfurche vom Tauernhauptkamm abstammen, also aus jener Zone, aus welcher auch der Geröllbestand des Wagreiner Tertiärs abgeleitet wurde.

Nach diesen Erwägungen halte ich es für wahrscheinlich, daß die primäre Aufschüttung, aus der die Augensteinlager des Dachsteingebietes hervorgegangen sind und das Wagreiner Tertiär einander zeitlich entsprechen.[1] Die Augensteine würden, ähnlich wie dies schon E. v. Mojsissovics (42) vorausgesetzt hat, dem letzten Reste einer Tertiärbedeckung entsprechen, welcher meiner Meinung nach nur in die Spalten und Fugen des Dachsteingebirges infiltriert oder in dessen Höhlengänge hineingewachsen und erhalten geblieben ist. Für solche Auffassungen werden wir in den Nachbargebieten noch sicherere Belege gewinnen.

So wie aus der Geröllzusammensetzung des Wagreiner Tertiärs auf eine seither erfolgte, noch sehr bedeutende flächenhafte Abtragung des Zentralalpenkammes geschlossen werden kann, so müssen wir auch im Dachsteingebiete eine sehr namhafte Denudation seit Aufschüttung der Augensteinschotterfelder voraussetzen, die das Gebirge nicht nur seiner Schotterbedeckung völlig beraubt hat, sondern dasselbe wohl auch noch einige hundert Meter tiefer abgetragen und das Landschaftsrelief, wie es uns heute in der Höhe des Gebirges entgegentritt, in die mesozoischen Schollen eingegraben hat. Dies spricht für ein ziemlich hohes Alter von Augensteinschottern und Wagreiner Tertiär. Erst später kann der Versuch unternommen werden, der geologischen Altersdeutung dieser Vorgänge noch näherzutreten.

D. Die Augensteine des Tennengebirges.

Ein dreitägiger Aufenthalt auf der Pitschenbergalpe im Tennengebirge war dem Studium der hier auftretenden Augensteine

---

[1] W. Schmidt (59, p. 260) hat ebenfalls angegeben, daß er sich »die Ausgangsform der Augensteine als ein Sediment wie das Wagreiner Tertiär vorstelle«.

gewidmet. Von dem Pitschenberger Hochtalboden hatte schon Erich Seefeldner (53) das Auftreten von Augensteinen hervorgehoben und auf deren sekundäre Lagerung (Herabschwemmung von den Höhen) hingewiesen. Aus der Tennengebirgseishöhle sind ferner durch F. v. Machatschek (36) und J. v. Pia (50) Augensteinablagerungen bekannt geworden.

Die alte Kuppenlandschaft des Tennengebirges erscheint von der breiten, durch Verkarstung stark umgewandelten Pitschenberger Talsenke durchzogen, welche zweifellos einen, der alten Landoberfläche gegenüber jüngeren Talboden darstellt, auf welchen Seefeldner (53, p. 119) verwiesen hat. Nachdem man den Anstieg von der unteren Pitschenberger Alpe zum oberen Boden überwunden hat, steht man vor einem tieferen Dolinenkessel, auf dessen Grund ein brauner glimmerreicher Lehm mit Geröllen (mit bis haselnußgroßen Quarzen) auftritt. Auch Buntsandsteingerölle und tertiäre Sandsteinbrocken liegen herum. In dem nächsten großen Dolinenkessel wurden abermals Augensteine aufgefunden. An dessen Wandung wurde eine Spalte beobachtet, die mit einem ziemlich festen Sandstein, eckigen (bis 10 *cm* langen) Dachsteinkalkbrocken, einzelnen Quarzgeröllen und einem sandig-glimmerigen Zement erfüllt ist. Die Spalte schließt sich auf beiden Seiten auf kurze Distanz hin und läßt keine tektonische Vorzeichnung erkennen. Das Auftreten der Augensteine erscheint also auch an dieser Stelle, wie es im Dachsteingebirge festgestellt wurde, an die Füllung einer Spalte geknüpft, aus welcher das widerstandsfähige Material ausgewaschen, auch im Lehmboden der Doline auftritt.

Auch an den weiter gegen O folgenden Dolinen (um Kote 1831 herum) konnten zahlreiche Augensteinfunde gemacht werden, welche in Quarz- und Buntsandsteingeröllen bestanden. Im Anstiege gegen das Streitmandel wurde, schon in etwas größerer Höhe, an dem das Kar westlich dieses Berges teilweise absperrenden Rücken, ein Augensteinlager mit bis nußgroßen Buntsandsteinen und vielen kleineren Quarz- und dunklen Schiefergeröllen beobachtet. Schließlich wurden Augensteine noch auf der Höhe des Streitmandels (Kote 2221) aufgesammelt. Sie reichen hier also bis auf den Kamm des Gebirges hinauf. Das ursprüngliche Aufschüttungsniveau, aus welchem die Infiltration in die Gesteinsfugen erfolgt ist, muß in noch größerer Höhe, über dem heutigen Kamm des Tennengebirges, vorausgesetzt werden.

Ein ganz bedeutendes Schotterlager findet sich ferner in der Talnische im Hintergrund der Oberpitschenberger Senke, unterhalb Kote 2221, woselbst in etwa 2150 *m* Seehöhe eine mehrere Meter breite, geradlinig südsüdwestlich verlaufende Schotterzone auftritt, die sich auf eine gewisse Distanz hin (wohl über 100 *m* weit) verfolgen läßt.[1] Die oberen Partien dieses Schotterlagers sind etwas feinkörniger und reicher an Quarzgeröllen, die tieferen Partien

[1] Auf dieses Lager bezieht sich offenbar die Angabe Seefeldners.

gröber und vorherrschend aus Buntsandsteingeröllen zusammengesetzt. Man kann hier wohl gerundete Buntsandsteine bis zu Doppeltfaustgröße aufsammeln. Die Ablagerung füllt offenbar einen alten Höhlengang aus, welcher jetzt durch Abtragung des Daches bloßgelegt erscheint. Nach den Kontaktverhältnissen an der Schotter-Kalk-Grenze handelt es sich hier keinesfalls um einen tektonisch eingeklemmten Schichstreifen, wie denn überhaupt — hier wie anderwärts — an den Augensteinen keinerlei Spuren mechanischer Beanspruchung beobachtet werden können.

Noch tiefer unten findet sich abermals eine Anhäufung von Geröllmaterial und mächtiger Lehmmassen. Vielleicht liegt hier ein tieferer Höhlenschacht desselben Systems vor.

Auffällig ist das Vorherrschen der auf einem Transport von weiterher hinweisenden Quarzgerölle im oberen Teile der Ablagerung. Wahrscheinlich wurden zunächst nur die tieferen Partien einer einst auflastenden Schotterdecke in die Höhle hineingewaschen, die aus ortsnahen Buntsandsteingeröllen bestanden und erst später höhere, vorwiegend aus Grauwackenquarzen bestehende Geröllbänke von oben her eingefüllt.

Dieses hier beschriebene Vorkommnis dürfte wohl das größte bisher bekanntgewordene Augensteinlager darstellen. Es beweist durch seine hohe Position, an welcher die Schotter bereits auf sekundärer Lagerstätte vorliegen, wie bedeutend die seit Bildung der ursprünglichen Augensteinaufschüttung eingetretenen Abtragswerte zu veranschlagen sind. Da die gut abgerollten Schotter im Hintergrund der oberen Pitschenbergalpe, die nebst Quarzen vorherrschend Buntsandsteingerölle enthalten, hart am Südrande des Tennengebirges, nahe unter dessen Höhenkamm auftreten, so muß zur Zeit, als ihre Aufschüttung auf primärer Lagerstätte erfolgt ist, das Tennengebirge mit seinen Triasgesteinen (speziell mit den untertriadischen Buntsandsteinen) noch beträchtlich über das Niveau des heutigen Gebirgskammes aufgeragt und sich flächenhaft weiter nach S ausgedehnt haben. Der Südrand der Kalkalpen ist also seit der primären Aufschüttung der Augensteine sicher noch weit (mehrere Kilometer) nach N zurückgewittert.

Die im Tennengebirge gewonnenen Ergebnisse schließen sich, wie zu ersehen ist, engstens an jene aus dem Dachsteingebiete an.

E. Augensteine und Höhlenbildung.

Wenn man die enormen Mengen an gerollten Quarzen, Buntsandsteinen, Hornsteinen etc. in Rücksicht zieht, welche in den Spalten und Fugen des Dachstein- und Tennengebirges an so vielen Stellen festgestellt wurden und sich bei genauerer darauf gerichteter Begehung sicherlich als noch viel verbreiteter erweisen werden, so erscheint die Auffassung berechtigt, die Kalkmassive von einem ganzen Netz mit Augensteinen erfüllter Klüfte und Adern durchzogen, anzunehmen. Dann ist es verständlich, daß auch die jüngeren Höhlengänge, welche im Dachstein und Tennengebirge auftreten,

reichlich Augensteingerölle enthalten, welche dann häufig in den Höhlen auf tertiärer Lagerstätte zu neuerlichem Absatz gelangten Von hier weg sind sie noch gegenwärtig abermals in Umlagerung und Abschwemmung begriffen.

In den Dachsteinhöhlen, welche jungtertiärer Erosion ihre Entstehung verdanken und Beziehungen zu alten Talböden aufweisen (vgl. hiezu E. Spengler 67, F. Machatschek 36, 37, p. 63, N. Krebs 27) sind schon durch Bock (8) und andere Quarz- und Kalkschotter erwiesen worden.[1] Die jüngere und viel tiefer gelegene (580 *m* Seehöhe) Koppenbrüllerhöhle bei Hallstatt setzt, wie von verschiedenen Autoren berichtet wird (Krebs 27, Biese 7), noch gegenwärtig Augensteinsande, die vom Höhlenbach mitgebracht werden, ab. Biese hat schon ausdrücklich auf die fortdauernde Umlagerung der hochgelegenen Augensteinfelder hingewiesen (7, p. 5).[2]

In der Tennengebirgshöhle treten feste Augensteinsandsteine auf, welche zum Teil noch gegenwärtig in weiterer Entstehung begriffen sind. Die innersten Verzweigungen der Tennengebirgshöhlen liegen nach Machatschek zirka 300 *m* unter der Gebirgsoberfläche, etwa einen halben Kilometer westlich der Pitschenbergalpe, in deren weiterem Umkreis obertags die Augensteinlager auftreten.

Diese Festellungen zeigen uns, wie offenbar durch geologische Zeiträume hindurch eine fortdauernde, mehrfache Umlagerung und Neuaufschüttung der Augensteinbildungen erfolgt, die naturgemäß mit einer weitgehenden Verarmung der Schotter verknüpft ist. Dieser Prozeß, der in den höchsten Stockwerken des Gebirges schon im Miozän mit der Umlagerung und Einfüllung einer einst hangenden Schotterdecke in die Klüfte, Spalten und entstehenden Höhlengänge der Kalkmassive begonnen hat, fand im Pliozän und Quartär in immer tieferen Teilen der Gebirgsstöcke seine Fortsetzung,[3] wodurch das vorwiegend zentralalpine Geröllmaterial in ganz verschiedene Niveaulagen verschleppt wurde.

F. Das Tertiär des Stoderzinkens.

Am Stoderzinken bei Gröbming im Ennstal befindet sich das höchstgelegene Tertiärvorkommnis der östlichen Alpen (über 1700 *m* Seehöhe). Es wurde wegen dieser seiner Ausnahmestellung in der

---

[1] Herr Direktor Dr. F. Morton in Hallstatt übersandte mir mehrere Proben von Augensteinen aus der Dachsteinhöhle zur Bestimmung, welche nebst Quarzen viel Jurаradiolarit enthielten.

[2] Bezüglich der Genese der Dachsteinhöhlen vgl. G. Götzinger (18) und W Biese, welch letzterer auch zu neueren Studien der Höhlenforscher (Bock-Lahner 8, Spöcker 69) Stellung nimmt.

Auf die neueste Arbeit des verdienstvollen Höhlenforschers H. Bock (Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschungen 1926—1927) kann nicht näher eingegangen werden, da ihre Voraussetzungen speziell mit den tektonischen Erfahrungen unvereinbar sind.

[3] E. Biese hat in interessanter Darlegung festzustellen versucht, wie der Gebirgsdruck die Entstehung von Höhlen nur in geringeren Tiefen unter der jeweiligen Oberfläche zuläßt (7).

Literatur schon häufig erwähnt. G. Geyer (12) hat es eingehender beschrieben und die intensive Faltung der kleine Flöze führenden Schichtenfolge hervorgehoben. R. Schwinner (60) hat dann die Erhaltung des Stoderzinkentertiärs auf eine Einschuppung unter die südlich gelegene Triasscholle zurückgeführt. J. Stiny (73), der sich in einer kleinen Mitteilung speziell mit dem Stoderzinken befaßt hat, hebt hervor, daß die Lage der Stoderzinkenmulde »im N, E, S und W zweifellos mit der Gebirgsbildung aufs engste zusammenhängt«. Entlang der Nordbegrenzung wird ein schnurgrader Bruch angenommen. Im besonderen wird auf die starke tektonische Zerklüftung des angrenzenden Kalkgebirges verwiesen.

Nach den bei einer gemeinsam mit meinem Freunde Prof. E. Spengler durchgeführten Begehung (1925) angestellten Beobachtungen glaube ich voraussetzen zu können, daß die »südliche Triasscholle« den kohlenführenden Tonen des Stoderzinkentertiärs aufgeschoben ist, während der Nordrand durch den von Stiny erwähnten Bruch gegeben erscheint. Ich betrachte es also als ein eingebrochenes und zumindest von S her überschobenes Denudationsrelikt einer einst viel ausgedehnteren Ablagerung.[1]

Auf der Halde liegen auch gröbere Sandsteine mit bis fast haselnußgroßen Quarzgeröllen herum, welche vielleicht Liegendschichten angehören. An Geröllen bemerkte ich außer Quarz noch schwarze Kieselschiefer, Grauwackenschiefer, aber — trotz des Auftretens der Ablagerung schon innerhalb der Kalkalpen — keine Kalke. Es muß also zur Zeit als sich dieses Sediment bildete, das Gebiet, aus welchem die Geröllzufuhr erfolgt ist, mit keinerlei höheren Aufragungen im Bereich der Kalkalpen versehen, unter einem zentralalpinen (Grauwacken-) Schuttmantel begraben gelegen sein.

Es erscheint mir nicht unwesentlich, daß ich im Aufstieg auf der Stoderzinkenstraße von S her, in etwa 1730 *m* Höhe, in einer Doline typische Augensteine, in grauem Lehm eingebettet, auffinden konnte. Es waren Quarzgerölle (bis Nußgröße), Schiefer- und Buntsandsteingerölle. Bei der unmittelbaren Nachbarschaft des noch erhalten gebliebenen Ablagerungsrestes geröllführender Sandsteine bei der Stoderalpe, kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die an der Straße auftretenden Augensteine durch Auswitterung aus einer an dieser Stelle schon ganz zerstörten Partie des Stoderzinkentertiärs entstanden sind. Auch J. Stiny hält den Zusammenhang zwischen den Augensteinablagerungen im Ennsgebiet, die er durch Auffindung von Augensteinen am Kammspitz um ein neues Vorkommnis bereichert hat, mit dem Stoderzinkentertiär für gegeben (73), eine Ansicht, die sich übrigens an jene, die schon E. v. Mojsissovics

---

[1] Herr Hofrat G. Geyer hatte die große Liebenswürdigkeit, mir sein vor Jahren gezeichnetes, unpubliziertes Profil vom Stoderzinkentertiär zu zeigen, welches zu einer Zeit aufgenommen wurde, als die Aufschlüsse viel günstiger wareh. Daraus ist die mehrfache Faltung des Tertiärs und dessen steile Einklemmung, beziehungsweise Einschuppung zwischen Trias zu ersehen, wie ich es an Ort und Stelle vermutet habe. Herrn Hofrat Geyer danke ich auch an dieser Stelle ergebenst.

im Jahre 1895 geäußert hat, eng anschließt (42). Der Stoderzinken besitzt also deswegen eine besondere Bedeutung, weil er einen auf der Höhe der Kalkplateaus selbst infolge tektonischer Einklemmung erhalten gebliebenen Rest jener primären Schichtenablagerung darstellt, aus deren Umschwemmung jedenfalls ein Großteil der Augensteine hervorgegangen ist.

F. v. Kerner [in (12)] hat vom Stoderzinken drei Blattreste beschrieben, welche nach C. Diener (11) Arten entsprechen, die sowohl im Miozän wie im Oligozän auftreten. Auf paläontologischem Wege scheint daher das Alter der Ablagerung nicht genauer fixierbar zu sein.

Die morphologischen Beobachtungen im Gebiet des Stoderzinkens, auf die hier nur kurz hingewiesen sei, lassen unzweideutig erkennen, daß die Ausbildung der ausgeprägten Flachlandschaft an diesem Südosteck des Dachsteinsgebiets jünger als die Störung und Einschuppung des Tertiärs ist, über welches sie ungestört übergreift. In dem Höheraufragen der unmittelbar südlich des Tertiärstreifens gelegenen Kuppe des Stoderzinkens, welche sich mit ihrem flachen Abfalle der alten Landschaft einfügt, drückt sich wohl noch die ursprünglich stärkere, tektonische Überhöhung dieses Schollenstückes gegenüber seiner nördlichen Vorlage aus, welcher Unterschied auch durch die nachfolgende Denudation nicht verwischt werden konnte.

G. Das Tertiär von Steinach-Irdning—Wörschach.

Auf dieses schon von G. Geyer geschilderte (12) und in bezug auf seine Geröllzusammensetzung mit den Augensteinen verglichene Tertiärvorkommnis sei hier nur kurz hingewiesen. Ich habe es in den Jahren 1925 und 1926, im ersteren Jahre gemeinsam mit E. Spengler besucht. Wie schon Geyer betont hat, liegt hier ein steil aufgerichteter Schichtenstreifen vor. Gegen seine nördliche Begrenzung, die dem Anscheine nach als eine steile Aufschuppung der Trias auf das Tertiär aufzufassen ist,[1] zeigt sich ein sehr steiles, stellenweise nahezu saigeres, nordgerichtetes Einfallen, während gegen Steinach zu ein steiles Südfallen herrschend wird. Die Schichten bestehen aus einem Wechsel von Geröll- und Konglomeratlagen mit Sandsteinen und grauen sandigen Tonen. In den tieferen Lagen scheinen gröbere Geröllagen vorzuherrschen (bis faustgroße Geschiebe), während im übrigen meist nur bis nußgroße Einschlüsse zu beobachten sind. An Geröllen fanden sich Werfener Schiefer und Sandsteine, mesozoische Dolomite, graue Sandsteine (Gosau?), hauptsächlich aber Quarze und Schiefergesteine von paläozoischem Habitus, darunter viele graphitische Schiefer, dunkle Kieselschiefer, Quarzite, Quarzphyllite, Tonschiefer und Grünschiefer. Ferner fanden sich Serpentine und seltene Gneisgerölle. Der Hauptteil des Materials scheint also der Grauwackenzone zu entstammen, deren Reste uns noch am Saume des Gebirges südlich der Enns entgegentreten und ehemals wohl noch größere Ausdehnung besessen hatten. Auch bei

[1] Wie sie auch W. Petrascheck (48) vermutet.

den seltenen kalkalpinen Komponenten (Werfener Schiefer und Dolomiten) wird man an ein südliches Herkunftsgebiet denken müssen, welches in dem gegenwärtig rückgewitterten Teil des kalkalpinen Südrands gelegen haben dürfte. Sehr auffällig ist im übrigen die auch von W. Petrascheck (48) hervorgehobene, sehr geringe Beteiligung kalkalpiner Komponenten an der Geröllzusammensetzung.

Das Tertiär von Steinach-Irdning ist nach diesen Feststellungen als ein steil aufgerichteter und vermutlich eingeklemmter Rest einer einst weit ausgedehnteren Schichtbedeckung anzusehen, dessen Geröllzusammensetzung mit den Augensteinen der nordalpinen Kalkhochflächen eine vollkommene Analogie aufweist (Vorherrschen der Quarz-, Grauwacken- und Buntsandsteingerölle in beiden). Auch der Geröllgröße nach entsprechen die nuß- bis kindesfaustgroßen Steinacher Schotter dem Typus der Augensteinbildungen, wie sie in benachbarten Teilen des Salzkammerguts (z. B. am Kammspitz, am Lawinenstein bei Mitterndorf, am Nordosteck des Dachsteinplateaus bei der Königreichalpe und in den westlichen Gesäusebergen) auftreten.

II. Das Tertiär und die Augensteinfelder des mittleren Ennsgebietes (Gesäuse).

A. Das Tertiär von Hieflau.

Im Jahre 1927 hat J. Stiny (72*a*) kurz von der Auffindung eines vermutlich tertiären Ablagerungsstreifens bei Hieflau im Gesäuse berichtet. O. Ampferer, in dessen Aufnahmsgebiet (Spezialkarten Admont—Hieflau) das fragliche Vorkommnis gelegen ist, hat dasselbe eingehender untersucht. In ausgezeichneter, klarer Schilderung (5) gibt er einen Überblick über Aufbau und Zusammensetzung dieser interessanten Ablagerung. Schon die Darlegungen Ampferers lassen erkennen, daß hier ein für die Erkenntnis der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Kalkalpen wichtiges Vorkommnis vorliegt. Im vergangenen Sommer hatte ich Gelegenheit, das Hieflauer Tertiär zu studieren. Die nachfolgenden Angaben mögen als eine Ergänzung zu Ampferer's Darstellung, dessen Beobachtungen ich vollständig beistimme, betrachtet werden. Es soll hier versucht werden, die Ergebnisse in den Rahmen der in dieser Studie zum Ausdruck gebrachten, allgemeinen eigenen Anschauungen einzureihen.

Die Ablagerung von Hieflau, welche wie Ampferer gezeigt hat, sich östlich von diesem Markte auf etwa 5 *km* Distanz bis zum Sattel zwischen Eibenkogel (1243 *m*) und Almkogel (1956 *m*), beziehungsweise bis zu des letzteren nordöstlicher Fortsetzung, welche Kote 1157 trägt, verfolgen läßt, besteht teils aus Grobsanden, Kiesen und Schottern, teils aus tegeligen Schichten, welche auch Kohlenflöze führen.

Die unmittelbare dem Triaskalk aufgelagerte Partie dieser Serie ist am schönsten im Höllgraben erschlossen, aus welchem Raum Ampferer ein Profil beschreibt. Er zeigt, wie hier »offenbar eine alte, mit Bauxit verkrustete Landoberfläche überflutet und »ein-

sedimentiert« wurde (5, p. 151). Der Bauxit greift, wie er hervorhebt, und wie man sich an neuen künstlichen Aufschlüssen überzeugen kann, den Klüften und Fugen entlang tiefer in die liegenden, nordfallenden Dachsteinkalke ein.

Im Höllgraben ist an einer Stelle der Trias-Tertiär-Kontakt entblößt. In diesem Aufschluß sind Schotter und Kiesschichten an der Basis des Tertiärs, welche wie das Detailprofil Fig. 3 zeigt, durch eine Lage von über 2 *m* mächtigem, blutrotem Bauxit unterlagert werden. Zwischen diesem und den Schotterschichten findet sich noch eine Zwischenschaltung von rotem und grauem Material, das im wesentlichen einem verschwemmten Bauxit entspricht. Auch in höheren Lagen der Schotterserie finden sich gelegentlich rote Einschwemmungen, worauf schon Ampferer verwiesen hat.

Hier ist also in der Tat eine Stelle vorhanden, an welcher die (alt)tertiäre Landoberfläche mit ihrer bauxitischen Verwitterungskruste noch in situ erhalten ist, von

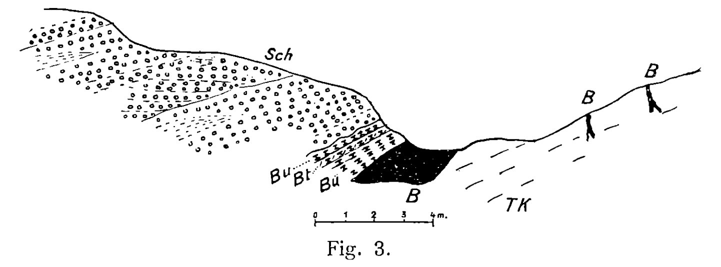


Fig. 3.

TK = Triaskalk. *B* = Bauxit. *Bu* = Bauxit umgelagert. *Bt* = Graue, bauxitische Tonlage. *Sch* = Schotter mit Kiesbänken.

welcher uns bisher nur ungezählte Einschlüsse in den Augensteinlagern der kalkalpinen Hochplateaus von der Salzach bis Wien Kunde gegeben hatten. Die Aufschlüsse des Höllgrabens bei Hieflau zeigen auch, wie zur Ablagerungszeit des Tertiärs, aus dem auch Augensteine hervorgegangen sind,[1] schon eine Umlagerung und Geröllbildung aus den Bauxiten stattgefunden hat. In den als Residua anzusehenden Augensteinschottern der Kalkhochplateaus der Nordalpen konnten sich die widerstandsfähigen Bauxit- und Quarzgerölle anreichern. Die tiefe Verwitterungskruste, welche die Landoberfläche vor Ablagerung des Tertiärs bedeckt hat, ist ein Beweis für die lange Dauer der vorangehenden Abtragsperiode und jedenfalls auch für die weitgehende Einebnung der hernach mit einem ausgedehnten Schotterfächer überzogenen Gebiete.

Die im Profil des Höllgrabens dem Bauxit aufgelagerten Schotterbänke (Fig. 3) enthalten meist haselnuß- bis nußgroße, selten auch kindesfaustgroße Gerölleinschlüsse und zeigen Einschaltungen von Sandbänken mit fluviatiler Kreuzschichtung. Die Geröllzusammensetzung des Hieflauer Tertiärs wurde schon von Ampferer unter Mitteilung einer Begutachtung des Materials durch Hofrat W. Hammer

[1] Siehe die folgenden Erörterungen.

welch letzterer das angrenzende Grauwackengebiet bearbeitet hat, geschildert. Der weitaus größere Anteil der Gerölle entstammt der Grauwackenzone, ein weiterer Teil ist sicher altkrystallin (Biotitgranitgneise und Albitgneise). Schließlich sind auch Buntsandstein- und verschiedene Triaskalkgerölle vorhanden.

Ich kann diese Angaben durchaus bestätigen und möchte nur noch bekräftigend hinzufügen, daß auch ich zahlreiche typische Granitgneise, dann auch Amphibolite, welch beide zweifelsohne aus den Seckauer Tauern stammen, aufsammeln konnte und daß Kalkmaterial in diesem, inmitten der Kalkalpen gelegenen Ablagerungsrest nur mehr untergeordnet eingestreut erscheint. Unter den Triasgeröllen herrschen nebst hellen Kalken vor allem blaugraue Muschelkalke und Werfener Schiefer (Buntsandsteine) vor, während Gosaugerölle nicht beobachtet wurden. Dies harmoniert mit der aus der übrigen Geröllvergesellschaftung zu erschließenden Herkunft des Materials aus südlicher Richtung, woselbst vorwiegend die tieferen Triashorizonte auftreten.

Außer den von Ampferer erwähnten Geröllen habe ich aber auch noch zahlreiche gelbliche, sandig-brecciöse, Fossilspuren enthaltende Kalke aufgesammelt, die Nulliporeneinschlüsse und reichlich Foraminiferen enthalten und vermutlich dem Eozän angehören. Dieser Fund besitzt eine gewisse Bedeutung, da er zu den geringen, in den Ostalpen bisher bekannten Eozänvorkommen vielleicht ein neues, allerdings auf sekundärer Lagerstätte befindliches hinzufügt.[1] Hier liegt also ein bedeutender Schuttkegel vor, der sein Material aus den Seckauer Tauern, der Grauwackenzone und teilweise auch aus den südlichen Randpartien der Kalkalpen bezogen hat. Der Schotter zeigt im allgemeinen eine gute Abrollung, was auf einen längeren Transport, speziell seiner Quarz- und Krystallinkomponenten hinweist.

Bezüglich der Lagerung des Hieflauer Tertiärs gibt Ampferer an (5, p. 153): »Es ist. leicht ersichtlich, daß derselbe einerseits in eine ungefähr ostweststreichende Mulde verbogen und anderseits auch die Achse dieser Mulde steil aufgerichtet wurde. Wir haben also. auf eine Strecke von zirka 5 *km* im ostwestlichen Streifen eine Verbiegung der alten Landoberfläche in nachmiozäner Zeit um zirka 400 bis 500 *m*.« Ampferer gibt auch seinen Eindruck wieder, daß der Fluß, welcher diese Schotter herbeigetragen hat, nicht von Steilwänden umgeben, also kein Hochgebirgsgewässer gewesen ist. Zu seiner Zeit war wohl nur eine Mittelgebirgslandschaft oder ein noch sanfteres Relief in dieser Gegend entwickelt.

Ich vertrete hier diesbezüglich eine noch etwas weitergehende Auffassung. Betrachtet man das von mir gezeichnete Kontaktprofil, welches wohl den besten Aufschlüssen in diesem Gebiete entspricht, so erkennt man, daß hier das Tertiär an seiner Basis (Bauxit und unmittelbar aufgelagerte Schotterbänke) mit über 30° nach N einfällt, seine

---

[1] Erst eine genauere Untersuchung kann hier ergeben, ob es sich tatsächlich um »eozänen« Nulliporenkalk handelt.

Lagen also nicht, wie man nach Ampferer's Profil vermuten könnte, unmittelbar gegen S hin am Dachsteinkalk abstoßen. Es ist offenbar der Rest einer einst viel weiter verbreiteten Schichtbedeckung, die auch den Kammrücken des Almkogels (»Weisenbachboden« auf Ampferer's Profil) vollkommen überzogen hatte. Von dieser alten Oberfläche aus wurden jedenfalls auch die an diesem ganzen Berg verbreiteten, spaltförmig eindringenden Bauxitnester aufgefüllt. Ebenso zeigt sich, weiter unterhalb der abgebildeten Stelle, ein 20grädiges Abfallen der Schotter von der Trias. Auch an der Nordseite des Hieflauer Tertiärs, welches ein Südfallen der Schichten aufzeigt (siehe Ampferer's Profil), dürfte die Abgrenzung eine tektonische sein.

Besonders interessant sind die Verhältnisse am Ostende des Ablagerungsstreifens. Oberhalb der vorher beschriebenen Aufschlüsse stellen sich beim obersten Bauernhof grobe Geröllagen ein, welche bis doppelfaustgroße Quarze und Gneise enthalten. Ein schöner Dreikanter (Quarz) wurde beobachtet. 1200 *m* westlich von Kote 1157 liegt das Ende der zusammenhängenden Ablagerung. Was weiter östlich folgt, sind mächtige Augensteinfelder, die aus dem gleichen Material — der Geröllgröße und Zusammensetzung nach — wie das Hieflauer Tertiär bestehen und als Ausfüllungen der hier in die Kalkhochfläche eingesenkten Dolinen auftreten. Der seitliche Übergang der gegen E hin aushebenden, vielleicht an einem Bruch abschneidenden Schichtenablagerung in ein ausgedehntes Augensteinfeld, gewährt ein sehr klares und eindrucksvolles Bild. Genau wie in den studierten Augensteinbereichen des Dachstein- und Tennengebirges liegt auch hier eine teilweise Auffüllung von Karsthohlformen mit den Resten einer einst hangenden Schotterdecke vor, die hier aus kleineren und gröberen (faust- bis kindkopfgroßen) Quarzen und Gneisen bestehen.

Nördlich Kote 1157 ist der Hauptkalkkuppe eine auf der — hier revisionsbedürftigen — Spezialkarte nicht verzeichnete Vorkuppe vorgelagert. Zwischen beiden zieht sich ein fast 10 *m* breiter Streifen eines Augensteinlagers durch. Auch hier handelt es sich nach dem Erscheinungsbild nicht um einen tektonisch eingeklemmten Streifen einer Schichtablagerung, sondern um eine, vielleicht tektonisch vorgezeichnete, Karsthohlform, die von oben her mit Geröllmaterial zugefüllt wurde.

Die von Ampferer erwähnte, in diesem Raum auftretende Plateaufläche, die in fast 1100 *m* Seehöhe liegt und an benachbarten Bergen Entsprechungen besitzt, ist meiner Meinung nach viel jünger, nicht nur als die Aufschüttung, sondern auch als die Störung des Hieflauer Tertiärs, das in dem Raum, wo sie noch erhalten ist, schon damals (mit Ausnahme der verschluckten Augensteinschotter) der Abtragung anheimgefallen war.

Der im Gebiete von Hieflau feststellbare Übergang einer Tertiärschotterablagerung in Augensteinfelder erscheint mir für das Augensteinproblem von großer Bedeutung.

B. Die Augensteine in den Gesäusebergen.

Als erster hat Georg Geyer von der Heßhütte (oberhalb Johnsbach) und der benachbarten Koderalpe ein Augensteinlager beschrieben (15). Später hat J. Stiny vom Hohen Buchstein das Auftreten von Augensteinen namhaft gemacht (72). Schließlich hat O. Ampferer weitere Augensteinfundstellen, und zwar von der Schildmauer usw. erwähnt. Ich habe bei meinen Begehungen, die ich gemeinsam mit Herrn Lehrer Walter Brandl gemacht habe, einige weitere Funde an Augensteinen machen können, und zwar 1. am Gehänge oberhalb des Waaggrabens, westlich von Hieflau (an dem Fußsteige, welcher vom Ende der Holzriese am südlichen Talhang durch den großen Kahlschlag hinaufführt). Hier tritt ein gelbbrauner Gehängelehm, in hoher Lage, mit Quarz und Sandsteingeröllen auf. 2. Noch höher oben, am Fahrweg zur Alm östlich des Zwölferkogels, wo ich auch größere Quarzgerölle auffand. 3. An zwei Stellen im Aufstieg vom Hartlesgraben zur Sulzkaralpe (näher dem Hartlesgraben). Die Augensteine befanden sich hier überall auf sekundärer oder wohl schon tertiärer Lagerstätte.

Die Augensteinablagerung bei der Heßhütte, die schon G. Geyer klar beschrieben hat, läßt nebst Geröllen aus der Grauwackenzone (bis kindesfaustgroße Quarze und Grauwackenschiefer!) Gneis- und Buntsandsteingerölle erkennen. Auch hier hat also der zubringende Fluß noch jenseits der Grauwackenzone im Gneisgebiet gewurzelt. O. Ampferer (5, p. 161) hat das Lager ebenfalls beschrieben. Man könnte daran denken, daß die Schotter von jenem Flusse abgelagert wurden, welcher den Ennsecksattel, jene 1635 *m* tiefe, eindrucksvolle Einsenkung zwischen Hochtor und Hochzinödl, geschaffen hat, aufgeschüttet wurde. Ich bin aber anderer Meinung. Hätten nämlich damals schon die den Sattel um mindestens 700 *m* überragenden Kalkberge beiderseits bestanden, so müßten sich in der Ablagerung vorherrschend oder doch sehr reichlich Kalkgerölle vorfinden, was aber nicht der Fall ist. Außerdem entspricht das Aussehen und die Geröllzusammensetzung der Augensteine des Ennsecks so vollkommen allen übrigen von mir untersuchten Augensteinlagern, an welchen das Auftreten dieser Geröllmassen schon auf sekundärer oder tertiärer Lagerstätte befindlich — ohne jeder Beziehung zu der Landoberfläche der Nachbarschaft — festgestellt werden konnte. Leider gestattet die völlige Überdeckung der Kontakte des Augensteinlagers am Ennseck mit junger Kalkbreccie hier keine Feststellung der Lagerung.

Dagegen habe ich oberhalb der Koderalpe eine augensteinführende Höhlenkluft aufgefunden, welche mit braunem geröllführendem Lehm, welcher bis münzengroße Quarz- und Schiefergeröllchen enthält, erfüllt ist. Diese kleine Höhlenöffnung, welche in der Nordwand der Gstattfeldmauer gelegen ist, bringt also aus den inneren, hochgelegenen Teilen des Berges Augensteine mit sich. Daraus folgt schon, daß die Augensteine auch in diesem Gebiet aus hochliegenden Spaltfüllungen umgeschwemmt werden, und daß ihr Auftreten

mit der gegenwärtig noch erkennbaren Topographie offenbar nichts zu tun hat.

Bei der Koderalpe sind die Dolinen mit quarzgeröllführendem Lehm bedeckt. Etwas weiter unterhalb tritt dann die von G. Geyer und O. Ampferer erwähnte, auch grobe Gerölle enthaltende Anhäufung von Augensteinschottern zutage, welche hier, inmitten des Dachsteinkalks gelegen, meiner Meinung nach, als Füllung eines alten Höhlenlaufs anzusehen ist. Hier sind viele Grauwacken-, Quarz- und Werfener Sandsteingerölle festzustellen.

Aus diesen Beobachtungen und aus den Lagerungsverhältnissen des Hieflauer Tertiärs glaube ich nachstehende Schlüsse ziehen zu können: Das Hieflauer Tertiär ist ein tektonisch eingefalteter und eingeklemmter Rest eines einst die gesamten Gesäuseberge mehr oder minder einheitlich überdeckenden Schotterfeldes, aus welchem vielleicht erst weiter im S, in dem heute stark zurückgewitterten, südlichen Randbereich der Ennstaler Kalkalpen einige Höhen aufgeragt haben werden. Die Schotter weisen auf eine Zufuhr des Materials nicht nur aus der Grauwackenzone, sondern auch aus den Seckauer Tauern hin, was auf eine Förderlänge der Gerölle — quer über die heutige Palten-Liesing-Senke hinweg — von mindestens 30 *km* (wahrscheinlich aber mehr) schließen läßt.

Wir haben in den Gesäusebergen Augensteine in recht verschiedenen Höhenlagen festgestellt. Soweit die Verhältnisse ein Urteil zulassen, treten sie auch hier, wie im Dachsteingebiet, auf sekundärer Lagerstätte, in Höhlen oder Kluftfüllungen und im Gehängelehm auf. Dies, ferner die ortsfremde Geröllzusammensetzung und der unzweifelbare Zusammenhang mit dem Hieflauer Tertiär (mit seitlichen Übergängen zu demselben und mit gleicher Geröllzusammensetzung nach Größe und Beschaffenheit, wie dieses) machen es sehr wahrscheinlich, daß ursprünglich tatsächlich eine einheitliche Schotterdecke große Teile der Ennstaler Alpen überdeckt hat.

Die Entstehung der ältesten noch erkennbaren Landoberfläche, auf deren Auftreten auf den Höhen der Plateauberge schon Ampferer eindringlich hingewiesen hat, ist meiner Meinung nach beträchtlich jünger als die primäre Aufschüttung der Augensteinablagerungen und zum Teil — unbeschadet des Vorhandenseins noch jüngerer Dislokationen und Verbiegungen — auch jünger als deren Störung.

Unter diesen hier dargelegten Voraussetzungen scheint es mir auch nicht nötig zu sein, für die größere Tiefenlage der an dem Kalkalpensüdrand angrenzenden Teil der Grauwackenzone eine jugendliche Niederbiegung annehmen zu müssen. Denn nach Abtragung der einst weiter nach S reichenden, mesozoischen Schichtenbedeckung, welche sich dort über der Grauwackenzone allmählich auskeilend aushob, wurden die viel weniger widerstandsfähigen Gesteine der Grauwackenzone bloßgelegt. Diese mußten naturgemäß in gleichen Zeiträumen durch die fortschreitende Denudation eine bedeutend stärkere Erniedrigung erfahren als die — nach Ampferer's seinerzeitigem treffenden Ausdruck — wie Festungen der Erosion widerstehenden Kalkmassive

C. Die Augensteinablagerung am Trenchtlingplateau (Südwestecke des Hochschwabs).

Herr Lehrer Walter Brandl (Grafendorf in Steiermark) hatte mich aufmerksam gemacht, daß er am Trenchtling bei Vordernberg, dem südwestlichsten Vorposten des Hochschwabgebietes, Augensteine vorgefunden hätte. Inzwischen hat er über seine Funde kurz in den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1928, Nr. 3, berichtet. Bei einer gemeinsamen Exkursion mit Herrn Brandl, im vergangenen Herbst, wurden am Trenchtling von uns ausgedehntere Lager von Augensteinen aufgefunden. In der Literatur findet sich nur eine Angabe von W Schmidt, welcher angibt, daß er am Trenchtling zwar keine Augensteine gefunden hätte, wohl aber Rollstücke von Werfener Schiefer, die er mit dem miozänen Gerölltransport, welcher die Konglomerate von Leoben usw. geschaffen hat, in Verbindung bringen wollte.

Folgendes sei hier über unsere Beobachtungen angeführt: Der Hochturm (Kote 2181), die Kulmination des Trenchtlings, fällt westwärts zum Lamingeck (Kote 1973) mit einem ausgesprochenen Grat ab. Im Aufstieg vom Sattel (Kote 1689) zum Lamingeck und an diesem konnte nun die Lagerstätte aufgefunden werden, aus der die am Gehänge dieses Berges zerstreut liegenden Augensteingerölle abzuleiten sind. Im Aufstieg am Grate beobachtet man zunächst, im Wettersteinkalk, eine mit einem gelben Lehm erfüllte Kluft, in welcher Gerölle von Quarz und Buntsandstein eingeschlossen sind. Die Gerölle erreichen bis über Haselnußgröße. Weiter oberhalb wurde die nachstehend abgebildelte (Fig. 4*a*) Kluft beobachtet. Hier liegt eine tektonische Fuge vor, welche mit 45° gegen NE einfällt, in deren Liegendem der Wettersteindolomit tektonisch stark zerdrückt erscheint (mylonitischer Dolomit). Die Fuge selbst ist mit einem roten Lehm (zirka 10 *cm*) und darüber mit gelbbraunem Lehm (5 bis 8 *cm*), welcher Augensteine enthält, erfüllt. Der gelbbraune Lehm greift unregelmäßig in den roten Lehm ein. Die Augensteine, welche hauptsächlich aus Quarz bestehen, erreichen bis Haselnußgröße. Zweifelsohne wurde hier eine tektonisch angelegte Kluft nachträglich durch Karsterosion erweitert und zuerst mit rotem Lehm, dann aber mit von oben eingeschwemmtem, geröllführendem, grauem Lehm aufgefüllt.

Großartiger ist aber noch ein unmittelbar östlich des Gipfels des Lamingecks gelegener Aufschluß von Augensteinen, welcher auf Fig. 4*b* dargestellt ist. Hier liegt ein in den Wettersteinkalk eingelassener Karstschlot vor, dessen Breite mehrere Meter und dessen Höhe mindestens 15 *m* beträgt. Er ist mit einer groben Augensteinablagerung ausgefüllt. Es handelt sich hier bestimmt nicht um eine tektonische Einklemmung einer Sedimentscholle, sondern, wie die an die Wandung des Schlotes angeklebten Augensteinschotter zeigen, um die Ausfüllung einer Karsthohlform. Unterhalb des Aufschlusses sieht man die Kalkbänke sich ohne Störung schließen.

Wohl mindestens 90% des Geröllmaterials bestehen aus Buntsandstein, worunter sich einzelne bis überkopfgroße Geröllblöcke befinden, während im allgemeinen faustgroße Einschlüsse vorherrschen. Daneben treten Schiefer-, Quarz- und Bohnerzgerölle auf. Alle Einschlüsse sind gut abgerollt und weisen auf eine gewisse Transportlänge hin. Auch ein schwach gerundetes Gerölle von Kalk konnte ich aufsammeln.

Dieser Aufschluß, welcher nur wenig unter dem Gipfel des Lamingecks gelegen ist, läßt genau, wie an den übrigen Fundstellen in den Kalkhochplateaus, erkennen, daß hier eine Einschwemmung von einer höher gelegenen Schotterdecke her erfolgt ist, welche jedenfalls noch über dem Niveau des Lamingecks gelegen war. Die Zusammensetzung der Gerölle weist darauf hin, daß das Einzugsgebiet des

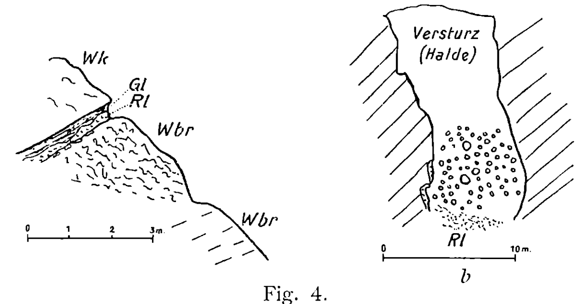


Fig. 4.
Wk = Wettersteinkalk. *Wbr* = Wettersteinkalk, brecciös. *Gl* = gelbbrauner Lehm mit Augensteinen. *Rl* = roter Lehm.

Flusses hauptsächlich im Buntsandsteinbereich, zum Teil aber auch noch in der Grauwackenzone gelegen war.

Die untere Trias bildet gegenwärtig im S des Lamingecks einen etwa 1 *km* breiten, weiter im E zu über 3 *km* Breite anschwellenden Saum, welcher aber tiefer als die Kalkmasse des Trenchtlings abgetragen ist. (Die Buntsandsteinhöhen tragen die Koten 1427 und 1356.) Nach der großen Menge wohlgerundeter Werfener Sandsteine im Augensteinschotter des Trenchtlings muß in diesen Untertriasgesteinen ein ziemlich ausgedehntes Einzugsgebiet bestanden haben, da für die Abrollung des Materials doch ein Transport von etlichen Kilometern nötig erscheint. Auch hier muß also der Gebirgssaum seit der Zeit, als die Hangendschotterdecke im Trenchtlinggebiet aufgeschüttet wurde, mindestens um einige Kilometer zurückgewittert sein.

D. Die Augensteinfelder im westlichen Hochschwabgebiet und am Zeller Staritzen.

Wie aus vorstehenden Angaben hervorgeht, war der Südwestteil des Hochschwabgebietes von einer Augensteinschotterdecke überzogen. Nördlich, beziehungsweise nordnordöstlich dieses Bereiches befinden sich, im Westteil des Hochschwabgebietes, die von Götzinger aufgefundenen Augensteinfelder bei der Sonnschienalpe und

deren Nachbarschaft (17, p. 283). Hier wurden von G. Götzinger Quarzgeschiebe (von Wallnuß- bis Drittelfaustgröße), krystalline Schiefer- und Werfener Schiefergerölle aufgefunden. Nach der durch M. Vacek durchgeführten Identifizierung der Aufsammlung Götzingers machen die Gerölle von Quarzphyllit und Zweiglimmergneis eine Herkunft aus südöstlicher Richtung wahrscheinlich. Diese Zufuhr aus dem Mürztaler Gneisgebiet im SE erklärt jedenfalls auch das Fehlen eigentlich krystalliner Gerölle in dem südlich der Sonnschienalpe gelegenen Augensteingebiete des Trenchtlings, welcher Raum vermutlich von einem Lokalbach, der am Südrande der Kalkalpen, speziell im Buntsandsteingebiet, wurzelte, verschüttet wurde, während sich östlich davon ein aus den Zentralalpen vorbauendes Schotterfeld über den Hochschwab ausbreitete.

Im nordöstlichen Hochschwabgebiet (am Zeller Staritzen) habe ich schon im Jahre 1918, als ich während eines Kriegsurlaubes eine Exkursion auf diesen Berg unternommen hatte, dort zahlreiche Augensteine aufgefunden, welche Beobachtung später E. Spengler (68) bestätigen konnte. Ich fand hier bis kindesfaustgroße Quarzgerölle, welche zum größeren Teil an Gneisquarze erinnern. Daneben treten Gangquarzgerölle, wie sie in Schiefern aufzutreten pflegen, auf. Auch Bohnerzgerölle habe ich angetroffen. Auch dieses Geröllmaterial muß von der Mürztaler Gneiszone abstammen und somit von dorther sich ein Schuttfächer in nördlicher und nordöstlicher Richtung über den Hochschwab vorgebaut haben.

E. Beziehungen zwischen den Augensteinen des Hochschwabgebietes und dem Süßwassertertiär der Mur-Mürz-Furche.

Betrachtet man die Verbreitung der Augensteinfelder auf einer Übersichtskarte (siehe Fig. 5) und berücksichtigt man das Gebiet ihrer Herkunft, so zeigt es sich, daß die Förderbahnen der Augensteingerölle, welche am Aflenzer Staritzen liegen, den Bereich des Aflenzer Miozänbeckens nahezu gequert oder doch berührt haben müssen. Die im Aflenzer Becken auftretenden, sicher miozänen Ablagerungen besitzen nach ihrem Aufbau und ihrer Geröllzusammensetzung keine Analogie mit den Augensteinschottern. Sind sie doch (mit Ausnahme von geringmächtigen Strandbreccien) als Tone und feinkörnige Sandsteine ausgebildet, ohne Einschaltung grober Kristallinschotter.

Die übrigens nur im Westteile des Aflenzer Beckens auftretenden, scheinbar diskordant zum Süßwassermiozän gelegenen, jungmiozänen Ettmißler Schotter (Spengler) enthalten aber schon viel Abtragsschutt aus den nördlichen Kalkalpen. Zu ihrer Bildungszeit war also bereits die gegen S gerichtete Entwässerung (vom Südrand der Kalkalpen zur Mur hin) herrschend geworden, wie sie sich außerdem in dem kalkalpinen Geröllschutt bei Leoben, Donawitz und St. Michael ausprägt [vgl. hiezu auch K. A. Redlich (52) und W. Schmidt (58)]. Als sich die miozänen Ablagerungen des Mürz-

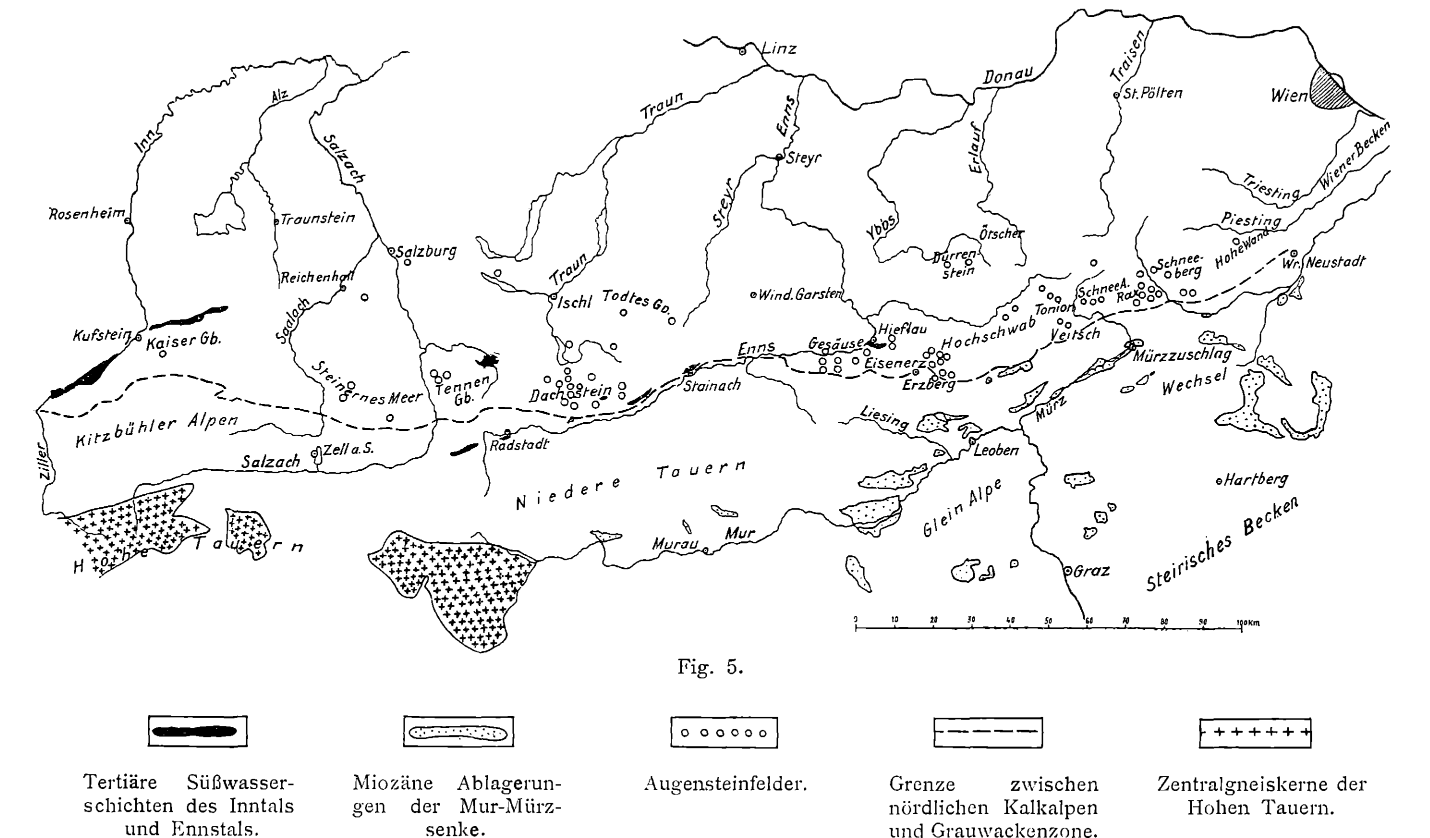


Fig. 5.

Tertiäre Süßwasserschichten des Inntals und Ennstals.

Miozäne Ablagerungen der Mur-Mürzsenke.

Augensteinfelder.

Grenze zwischen nördlichen Kalkalpen und Grauwackenzone.

Zentralgneiskerne der Hohen Tauern.

gebietes gebildet hatten, kann die SN gerichtete Entwässerung der Augensteinphase nicht mehr bestanden haben. In Übereinstimmung mit G. Bädecker (6) und E. Spengler (66) halte ich daher die Augensteine für älter als die Süßwasserschichten des Mur- und Mürzgebietes, welch letztere nach den von mir zusammengestellten Daten (82) in das Mittelmiozän (Helvetien) zu stellen sind.

Die Süßwasserbecken des Mur-Mürz-Gebietes, welche, wie schon A. Penck (45) und W. Penck (46) vorausgesetzt haben, Einwalmungszonen entsprechen, sind in mittelmiozäner Zeit anscheinend in jenen Räumen angelegt worden, welche vorher zum Teil als Ursprungsgebiet für die Augensteinschotter in Betracht kamen. Wenn das Süßwassermiozän auch noch beträchtliche Störungen nach seiner Ablagerung erlitten hat, so ist es doch wohl etwas weniger disloziert, wie die Tertiärreste des Ennstals, reicht nicht zu so bedeutenden Höhen wie diese auf (1700 *m* am Stoderzinken) und fügt sich, wie hier nur angedeutet werden kann — im Gegensatz zum Augensteintertiär des Ennstals —, auch morphologisch den ältesten Landoberflächen in den östlichen (Zentral-) Alpen ein. So bedeutende Abtragungen, wie wir sie noch seit der Bildungszeit der Augensteine in den von diesen überschotterten Bereichen und in dem Herkunftsgebiete der Verschüttung voraussetzen müssen, lassen sich seit der Entstehung der miozänen Süßwasserschichten nicht mehr erkennen.

Das mit der hier vertretenen Auffassung scheinbar im Widerspruch stehende, von Böcher vom Gipfel des Seckauer Zinkens (2398 *m*) angegebene Vorkommnis von miozänem Congerienkalk besteht nach der von mir vorgenommenen Besichtigung kaum zu Recht. Ich konnte trotz eifrigen Suchens die angegebenen großen Blöcke an der betreffenden Örtlichkeit nicht finden, wohl aber einen zirka 5 *kg* schweren Congerienkalk, welcher allseitig sehr gut behauen ist[1] und eine Inschrift trägt, welche vermutlich auf die Militärtriangulierung in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts hinweist. Weder am Gipfel noch am anschließenden Gehängeteil sind Spuren einer tertiären Transgression zu sehen, sondern überall reicht der Gneis hinauf, wo er in Felsen ansteht. Nach diesem Befund bin ich überzeugt, daß es sich um einen hinaufgebrachten Stein handelt, der in einer Werkstätte sorgfältig zubehauen wurde. Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Pater Bonell des Stiftes Seckau, für die ich mir auch hier meinen besten Dank auszusprechen erlaube, bestand seinerzeit ein Steinbruch in der Nähe von Seckau auf diesen Muschelkalk.

Ohne auf die so wichtige Frage der Beziehungen zwischen den Augensteinen und den miozänen Süßwasserschichten des Mur- und Mürzgebietes hier näher eingehen zu wollen,[2] möchte ich doch schon auf die bisher erzielten Resultate hinweisen, welche ergeben, daß die Augensteinaufschüttungen sehr wahrscheinlich beträchtlich älter sind als die oberwähnten limnischen Sedimente, und daß sich zwischen die Bildung beider eine tektonische und eine Abtragsphase einschiebt. Da die Süßwasserschichten nach den vorliegenden Daten, meiner Meinung nach dem Mittelmiozän entsprechen, rückt demnach die Augensteinüberschotterung ins älteste Miozän

[1] Stücke sind davon abgebrochen.
[2] Diese Frage soll noch den Gegenstand weiterer Studien bilden.

oder schon in das Oberoligozän.[1] In der Annahme eines höheren Alters der Augensteine gegenüber dem Süßwassermiozän berühren sich meine Ergebnisse mit den Anschauungen, wie sie in letzter Zeit von D. Bädecker, E. Spengler u. a. geäußert wurden. Auch W. Petrascheck gibt bezüglich des Ennstaler Tertiärs, das engste Beziehungen zu den Augensteinen aufweist, an, daß »Unterschiede von der obersteirischen Braunkohlenformation vorhanden sind« (48, p. 1).

III. Die Molasse des Unterinntals in Tirol.

A. Aufbau, Geröllzusammensetzung und Lagerung der Schichten.

Durch die Untersuchungen M. Schlosser's (54, 55, 56) ist der Nachweis erbracht worden, daß im Unterinntal und dann im Becken von Reith im Winkel Ablagerungen auftreten, die sich von den bekannten marinen (brackisch-limnischen) Obereozän-, Unteroligozängesteinen dieses Bereiches deutlich abheben und von diesen durch

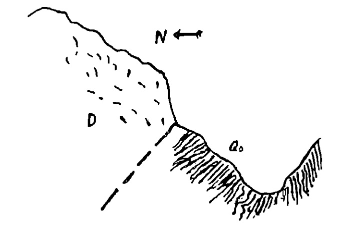


Fig. 6.
D = Triasdolomit. Q_s = verquetschte Angerbergschichten.

eine ausgesprochene Diskordanz getrennt sind (Angerbergschichten). Schon im Jahre 1895 betont Schlosser, daß die fraglichen, zum guten Teil aus mächtigen, fluviatilen Schottern bestehenden Ablagerungen eine große Analogie mit der älteren Süßwassermolasse Oberbayerns aufzeigen (54). Im Jahre 1909 hat er dann hervorgehoben (55), daß diese Ablagerungen eine ganz andere Flora als die Häringer Schichten aufweisen, welche Pflanzenvergesellschaftung der Angerbergschichte mit der aquitanen und untermiozänen Flora große Ähnlichkeit besitzt. Der aufgefundene Rest von Ronzotherium bestätigt die Altersdeutung als aquitan.

O. Ampferer hat dann die geologische Aufnahme im Unterinntal durchgeführt (2*a*), das Gebiet der Angerbergschichten kartiert und in seiner Studie »Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs« (3) eine Fülle von neuen Beobachtungen und Deutungen bekanntgegeben.

Wenn ich trotz dieser ausgezeichneten Vorarbeitung im Gebiete der Angerbergschichten eigene Begehungen in den Jahren 1926 und 1927 durchgeführt habe, so hat dies darin seine Ursache, daß gerade dieser Raum für die Erkenntnis des inneralpinen Tertiärs, mit dessen Studium ich mich seit einigen Jahren beschäftige, von großer Bedeutung ist und vor allem hier auch am ehesten der

[1] Siehe nächstes Kapitel.

Anschluß dieser Ablagerungen an die oberbayrische Molasse gesucht werden kann. Die Untersuchungen in diesem Raum sind noch nicht zum Abschluß gekommen, es sollen deshalb die Resultate als vorläufige angesehen werden.

Die Angerbergschichten bilden wie aus älteren Angaben zu ersehen und vor allem auf Grund der Neuaufnahmen Ampferer's festzustellen ist, 1. einen zusammenhängenden, allerdings zum guten Teil unter quartären Ablagerungen verdeckten Bereich, welcher gegenüber von Rattenberg beginnt und bei Niederbreitenbach (nordwestlich von Kirchbichl) endigt; 2. eine aus kleinen Resten bestehende Ablagerung, welche nordwestlich von Kufstein auftritt, und eine am Nordfuß des Kaisers aufgeschlossene Schichtenserie, welche gegen dieses Kalkmassiv einfällt.

Aus den Angaben Schlosser's und eigenen Beobachtungen ergibt es sich, daß am »Oberangerberg«, im Hangenden der östlich vorherrschenden Mergel und Sandsteine, mächtige, hauptsächlich aus Konglomerat bestehende Schichten auftreten.[1] Auch die von Ampferer verzeichneten Schichtfallen sprechen für das jüngere Alter dieser konglomeratischen Abteilung. Auf Grund meiner Begehungen in diesem Raum möchte ich mich dieser Auffassung anschließen, während Boden (9, 10) die östlich von Breitenbach auftretenden Schichten (bei Klein-Höll), allerdings nur vermutungsweise, für jünger (miozän) hält.

Die Schichten des Oberangerberges entsprechen, was auch Boden hervorgehoben hat, nach Aufbau und Geröllzusammensetzung jenen, welche bei Kufstein (Hermannsquelle) auftreten.

Der meiner Meinung nach tiefere Teil der Schichtenfolge ist am Innufer unterhalb von Breitenbach gut zu studieren. Nordwestlich, gegenüber dem Bahnhof von Wörgl ist eine aus einem vielfältigen Wechsel von Sanden und Sandsteinen einerseits, Tonen anderseits bestehende Schichtenfolge erschlossen. Ein Sedimentationsrhythmus mit je einige Dezimeter mächtigen Lagen ist unverkennbar. Innerhalb jeder Bank werden die gröberen Sande nach oben zu feiner und besser geschichtet, und werden von einer Tonlage bedeckt, über welche sich unvermittelt die nächste Sandsteinbank auflegt. Die Unterfläche des Sandsteins ist mit Wülsten bedeckt. Im Sandstein sind Kohlenschmitzen enthalten. Das Schichtbild erinnert hier sehr an eine Molasseablagerung.

In dem tiefen Graben, der von Glatzham (nordwestlich von Kundl) zum Inn hinabführt, sind in Wellungen gelegte, sandig-tonige Schichten mit Einschaltungen von dicken Sandsteinbänken zu beobachten (vgl. auch Ampferer's Profil in 3, p. 119).

Noch weiter westlich stellen sich in der hier gegen WNW und NW einfallenden Schichtserie von Tonmergeln und Sandsteinen, die von K. Boden speziell auf ihren Geröllinhalt unter-

[1] Während Schlosser im tieferen Teil der Schichtenfolge, in der am Innhang unterhalb Breitenbach aufgeschlossenen Serie, nur eine einzige grobe Einschaltung beobachtet hat.

suchten, Konglomeratbänke ein. Die Hauptgeröllage, welche zirka $3^1/_2$ *m* mächtig ist, hat bis kindeskopfgroße Einschlüsse.

Während nun am Hohen Angerberg, westlich und nordwestlich von Breitenbach, hangende, mächtige Konglomeratschichten sich über diese Ton- und Sandsteinfolge auflegen, treten am Saum gegen das nördliche Triasgebirge (westlich von Ramsau) wieder tiefere, sandig-tonige Schichten hervor. Hier konnte in den schönen Grabenaufschlüssen, westnordwestlich von Ramsau, beobachtet werden, daß die Grenze der Angerbergschichten gegen die Trias eine durchaus tektonische ist, indem sich die Anzeichen starker mechanischer Umformung in den Tonen einstellen, das Gestein von zahllosen Harnischen durchsetzt ist und meist in Linsen abgeschnürt und verquetscht erscheint. Dieser, durch so heftige mechanische Deformation gekennzeichnete Schichtstreifen läßt sich, am Kontakt mit der Trias entlang, auf eine längere Erstreckung im Graben verfolgen. Hier oben schalten sich Konglomeratbänke ein, deren Gerölle stark verdrückt sind. Die Betrachtung der unmittelbaren Berührung mit dem Triasdolomit zeigt, daß derselbe an einer steilen Bewegungsfläche auf das Aquitan hinaufgepreßt ist. Hier handelt es sich also keinesfalls um eine urprüngliche Begrenzung des Ablagerungsstreifens der Angerbergschichten, sondern um einen vielmehr durchaus tektonischen Kontakt, an welchem die zum Teil feinkörnigen Komplexe ganz unvermittelt am Grundgebirge — von diesem steil überschoben — abstoßen.

Schon Ampferer (3) hat auf das Auftreten zwischen Triasdolomit der Brandenberger Zone (nördlich des Angerbergs) eingezwickter, stark verquetschter Streifen altoligozäner Häringer Schichten verwiesen und diese, auch von mir besuchten Vorkommnisse als tektonische Einklemmungen an einer Bewegungsfläche aufgefaßt, eine Deutung, der ich vollkommen beipflichten möchte. Allerdings vermutet er, daß die Bewegungen schon im wesentlichen älter als die Angerbergschichten gewesen wären. Nach den Aufschlüssen, im Graben westlich von Ramsau zu urteilen, muß ich der Auffassung zuneigen, daß die Hauptbruch- und Schubbewegung, welche Teile der einst auflastenden tertiären Schichtenbasis zwischen die Trias eingeklemmt hat, erst nach Entstehung der Angerbergschichten eingetreten ist, diese also einem tektonisch versenkten Stollenstreifen entsprechen.

In den Konglomeratschichten westlich von Breitenbach, welche Zwischenschaltungen sandiger Lagen enthalten, maß ich ein nordwestliches Einfallen mit 20 bis 30°, während weiter gegen N hin in denselben Schichten Südfallen vorherrscht. Es liegt hier also eine flache Mulde vor, wie schon Ampferer in seinen Profilen zum Ausdruck gebracht hat. Meiner Meinung nach tauchen am Nordsaum die aufgeschleppten, tieferen Tertiärhorizonte an der vorerwähnten Störung hervor.

Eine besonders heikle Frage bildet das von Ampferer vermutete Übergreifen seiner »Kaisergebirgsdecke« (2, 3) auf die

Angerbergschichten. Wie Ampferer gezeigt hat, liegt speziell östlich und nordöstlich von Breitenbach eine Scholle von zertrümmertem Dolomit (im Kochelwald usw.) vor, die, unmittelbar östlich von Breitenbach, zweifelsohne den Angerbergschichten aufruht. Ampferer's Deutung scheint somit durch diesen Befund gestützt zu werden. Immerhin möchte ich hier einer anderen Auffassung eher den Vorzug geben.

Es ist nämlich sehr auffallend, daß die Tone der Angerbergschichten im unmittelbaren Liegenden dieses Dolomits gar keine Spuren einer mechanischen Einwirkung aufzeigen, worauf auch Leuch's hinweist (34). Ich sah diese Grenze auf zirka 1 *m* aufgeschlossen, ohne daß sich hier im leichtbeweglichen, unverfestigten Tertiärton auch nur unwesentliche Verdrückungen oder Verquetschungen hätten feststellen lassen (keine Harnische). Dies scheint mir mit der Annahme unvereinbar zu sein, daß eine mächtige Schubdecke darüber hinwegbewegt worden wäre. Ich möchte eher vermuten, daß hier ein gewaltiger Bergschlipf[1] vorliegt, welcher eine bei der Rutschbewegung in Zerrüttung geratene Platte von Dolomit von den Südhängen des Brandenberger Zuges (zwischen Heuburg und Larcheck) zu einer Zeit abgleiten ließ, als das Inntal (vielleicht im letzten Interglazial) noch tiefer als gegenwärtig gewesen ist.[2] Bei dem mit dem Gehängeabfall fast parallel gerichteten, südlichen Einfallen der Plattenflächen an diesen Dolomitwänden des Inntalnordgehänges konnte ein solcher Prozeß offenbar leicht eintreten. In der Tat fällt es bei Betrachtung des Landschaftsbildes in Natur und Karte auf, daß der Scholle von Dolomit (bei Kochelwald-Breitenbach) eine entsprechende, mehrere Kilometer breite Nische unmittelbar dahinter am Dolomitgehänge zwischen Heuberg und Nachberg[3] entspricht. Man sieht sich versucht, aus dieser die zerrüttete Dolomitplatte abzuleiten. Mit Rücksicht auf die weittragende Bedeutung, welche die Feststellung eines nachaquitanen Deckenschubs für die Geschichte des inneralpinen Jungtertiärs besitzen würde, sah ich mich veranlaßt, diese Frage in der vorliegenden Studie anzuschneiden.

Die Angerbergschichten bei Kufstein (Hermannsquelle) zeigen eine recht steile Aufrichtung ihrer aus einer Wechsellagerung von sandigen Tonen und Konglomeraten bestehenden Folge und sind wohl ebenfalls eine Einklemmung im Grundgebirge.

Ich betrachte die Angerbergschichten im Unterinntal demnach als einen tiefversenkten Streifen einer einst viel weiter ausgebreiteten Schichtdecke, welcher an seinem gegenwärtigen Nordsaum von einem steilen Überschiebungsbruch begrenzt wird, während mir die Anzeichen eines über das Aquitan hinweg verfolgten Deckenschubes für diese Annahme nicht auszureichen scheinen.

---

[1] A. Penck (44) hatte in der Triasscholle von Maria Stein Bergsturzmaterial gesehen.

[2] Die Dolomite unterteufen bei Breitenbach die Sohle des Inntales, welches nach Ampferer's Feststellungen (»Die Bohrung von Rum bei Hall«, Jahrb. d. Geolog. Bundesanstalt 1923) tief mit quartären Ablagerungen zugeschüttet ist.

[3] Vgl. hiezu Ampferer's Karte in 3.

B. Die Geröllzusammensetzung der Unterinntalmolasse.

Über die Frage der Geröllzusammensetzung der Molasse im Unterinntal hat sich zwischen K. Boden (10) und mir (83, 85) eine Diskussion entsponnen, auf welche ich hier verweise. Nach den von mir an verschiedenen Punkten (im Höllgraben bei Breitenbach, bei Pichl westlich von Breitenbach, am Oberangerberg, im Graben östlich von Ramsau, bei Embach, bei der Hermannsquelle bei Kufstein und südlich des Walchsees) durchgeführten Geröllaufsammlungen und Vergleichen bin ich zur Überzeugung gekommen, daß die Hauptmasse des Materials aus der Grauwackenzone stammt, wie es übrigens schon Schlosser angegeben hatte. Es finden sich unter den Geröllen alle in der benachbarten Grauwackenzone auftretenden Gesteinstypen (Grauwackenschiefer und Quarzite, dunkle Kieseldolomite [welche an der Hohen Salve und anderen Punkten der Grauwackenzone weit verbreitet felsbildend anstehen], Diabase und Diabasporphyrite, Grünschiefer, Serpentine, die Grauwackenporphyre in allen Spielarten usw.). Auch einzelne seltene Gneisgerölle vom Habitus des Altkrystallins fanden sich.[1]

Dagegen fehlen, was ich in Übereinstimmung mit Boden hervorhebe, alle Gesteine aus den tieferen Tauerndecken (Zentralgneis und Schieferhülle).

Triasgerölle sind, wenn auch untergeordnet, überall anzutreffen, worunter besonders die den älteren Horizonten der Trias, die südlich des Inntales gegenwärtig ausstreicht, angehörigen Komponenten vertreten sind, wie Buntsandsteine, dunkelgraue Muschelkalke usw. Dagegen fehlen anscheinend vollkommen Jura- und Kreidegerölle, welche Schichten heute unmittelbar nördlich des Inntales breite Zonen einnehmen und im Aquitan dort sicherlich noch weniger stark denudiert waren als jetzt.

Schließlich sind viele Eozängerölle vorhanden. Boden legt freilich auf die Ähnlichkeit mehrerer dieser Gesteinstypen mit dem helvetischen Eozän, beziehungsweise mit dem Flysch am Nordalpensaum viel Gewicht. Ich konnte mich aber bei meinen Begehungen von der großen Ähnlichkeit eines Teiles der Eozängerölle auch mit dem anstehenden Obereozän, speziell mit jenem im Gebiet der Wildgschwendtalpe (südlich von Kufstein) überzeugen. Ich vermute aber im übrigen, daß der Hauptteil der Eozängerölle wahrscheinlich gar nicht von auf kalkalpinen Gesteinen abgelagerten Eozänresten entnommen wurde, sondern aus bereits über der Grauwackenzone transgredierenden, marinen Alttertiärrelikten abstammt, die dort heute schon völlig denudiert sind. Dahin weist auch ein von mir bei Breitenbach aufgefundenes, sandiges Eozängerölle, welches Quarz eingeschlossen enthielt. Einzelne Sandstein- und Mergel-

---

[1] Bei der Durchsicht des Materials hatte ich mich der freundlichen Unterstützung des Herrn Dr. Th. Ohnesorge, des besten Kenners der benachbarten Grauwackenzone zu erfreuen, welcher alle Typen von Grauwackengesteinen in den Geröllen wiedererkannte.

gerölle möchte ich auch aus dem Komplex der Häringer Schichten (beziehungsweise Zementmergel) ableiten.

Jedenfalls deutet die Geröllvergesellschaftung auf eine Herkunft des Materials aus den unmittelbar südlich gelegenen Alpenteilen (Grauwackenzone und kalkalpiner Südsaum). Das Fehlen von Geröllen aus Gesteinen der tieferen zentralalpinen Decken, möchte ich darauf zurückführen, daß damals der unterliegende Gesteinskomplex von der Abtragung noch nicht betroffen war und daher — ähnlich wie in der Schweiz — im Aquitan nur die Gesteine der höheren Decken der Denudation zugänglich waren. Die Denudation hatte eben damals noch nicht so tief in den alpinen Bau hinabgegriffen. Bedenkt man, daß die tertiären Bewegungen, welche die weitergehende Deformation der tieferen Tauerngesteine erzeugt haben, jedenfalls unter der Last einer mächtigeren, höheren Schubdecke vor sich gegangen sind, so kann das im Ausgehenden des Alttertiärs zu vermutende Vorhandensein einer Grauwackenmasse noch über dem Zentralgneis und über der Schieferhülle nicht befremden.

Die Geröllzusammensetzung der Angerbergschichten, welche, wie schon Ampferer klargelegt hat, in vollem Gegensatz zu jener des heutigen Inn steht, zeigt bei dem Zurücktreten kalkalpiner Komponenten und deren mäßiger Größe an, daß zur Bildungszeit des Schotters ein Kalkgebirge nur in Form flacher Aufragungen bestanden haben kann. Diese letzteren haben sich vermutlich nur am Südsaume der Kalkalpen erhoben, welcher, wie vermutet werden kann, damals (im Aquitan) noch bedeutend weiter nach S, als gegenwärtig, gereicht hat. (Vgl. hiezu auch die Erosionsreste von Trias innerhalb der Grauwackenzone.)

Besonders eindrucksvoll ist in dieser Hinsicht auch die Geröllzusammensetzung der Angerbergschichten im Raume südlich des Walchsees, woselbst sich höchstens bis faustgroße, durchschnittlich nuß- bis kindesfaustgroße Geröllmaterialien vorfinden, hier an einem unmittelbar vor den Steilwänden des Hochgebirges gelegenen Bereiche! Obwohl dieser Raum inmitten der Kalkalpen gelegen ist, zeigt doch der Schotter nebst reichlichem Kalkmaterial überwiegend eine aus Quarz, Grauwacken und Buntsandsteinmaterial bestehende Geröllvergesellschaftung (Quarze, Grauwackenschiefer aller Abarten, Serizitschiefer, granatführende Schiefer, schwarze, paläozoische Dolomite, Diabastuffe, Porphyrtuffe, rote Porphyre, Verrucano, Buntsandsteine, dunkle Muschelkalke, helle Triaskalke und Dolomite, schließlich braune Sandsteine eozänen oder oligozänen Alters [?]). Die Entstehung eines solchen Geröllagers ist wohl nur verständlich, wenn das Kaisergebirge damals als solches noch nicht bestanden hat und ein ausgedehntes Schotterfeld von der Grauwackenzone in breiten Tälern die damals noch weiter nach S reichenden Kalkalpen durchzogen hat.

C. Die Augensteine am Kopftörl im Kaisergebirge.

K. Leuchs (33) hat vor kurzem die Auffindung von Augensteinen am Kopftörl im Kaisergebirge angegeben. Ich habe die Stelle besucht und die Überzeugung gewonnen, daß es sich hier tatsächlich um typische Augensteine handelt, deren schön polierte Quarze in einer zu Sandstein verfestigten Masse eingebettet sind. Ich halte diese an die von Leuchs erwähnte Spalte geknüpfte Ablagerung für eine sekundäre, deren Ausgangsmaterial in einer einst über dem Kaisergebirge gelegenen Schotterdecke zu suchen ist. Es ist wohl nach den vorangehenden Darlegungen zu verstehen, wenn ich vermute, daß es sich hier um umgelagerte und sekundär wieder verfestigte Reste von Angerbergsedimenten handelt. Wenn diese Vermutung richtig ist, so wäre hier im W die Anknüpfung der Augensteine an die aquitanen Molasseablagerungen gegeben.

Aus der weiter westlich gelegenen Rofangruppe erwähnt C. Diener (11) das Auftreten von Augensteinen.

D. Beziehungen des Inntaltertiärs zur oberbayrischen Molasse.

Auf diese schwierige, schon besonders von K. Boden, Cl. Lebling (29) und mir angeschnittene Frage soll hier nicht näher eingegangen werden, da ich in den kommenden Jahren hiezu noch weitere Untersuchungen plane. So viel sei aber hier vermerkt, daß die Verhältnisse im Unterinntal, meiner Meinung nach, durchaus der Annahme günstig sind, daß auch noch im Inngebiet eine weitgehende Verhüllung der Kalkalpen mit einer aquitanen Molassedecke Platz gegriffen hatte, von der uns nur der tektonisch eingeklemmte Streifen der Angerbergschichten und vermutlich die Augensteine des Kaisergebirges einen letzten Rest darstellen. Unter diesen Umständen erscheint mir die von Boden, Lebling und Schlosser betonte große Analogie in der Geröllzusammensetzung zwischen inneralpinen Inntalmolasse und bayrischer Randmolasse (Oberen Süßwassermolasse) ohne Zuhilfenahme weitererer Hypothesen verständlich.

Zusammenfassung.

Die Studienergebnisse im inneralpinen Tertiär des Inn- und Ennstales lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Das Tertiär des Ennstales (Wagreiner Tertiär, Stoderzinken, Steinacher und Hieflauer Tertiär) besitzt untereinander im Schichtaufbau, in der Geröllzusammensetzung und in den Lagerungsstörungen eine so große Ähnlichkeit, daß die schon früher von anderer Seite auseinandergesetzte, später aber angezweifelte Gleichalterigkeit zurecht bestehen dürfte. So weit die Untersuchungen schon jetzt ein Urteil erlauben, besteht der tiefere Teil aus gröberem Material, der höhere Teil aus feineren Sedimenten. Die Geröllzusammensetzung deutet nur zum geringen Teil auf eine

Herkunft aus den Kalkalpen selbst, der Hauptsache nach auf eine solche aus der Grauwackenzone und dem Altkrystallin hin, und zwar auch in jenen Bereichen, in denen gegenwärtig das Radstädter Mesozoikum, die Zentralgneise und Schieferhülle sehr benachbart liegen, oder welche selbst inmitten der Kalkalpen gelegen sind. An mehreren Stellen konnte festgestellt werden, daß der Südrand der Kalkalpen damals noch nicht so weit nach N zurückgewittert war, wie gegenwärtig, daß also seit Ablagerung dieses Tertiärs noch sehr starke Denudationen vor sich gegangen sind. Ebenso weist auf bedeutende, seither erfolgte flächenhafte Abtragungen, die aus dem Geröllbestand zu erschließende Tatsache hin, daß die tieferen, zentralalpinen Decken (speziell Zentralgneis und Schieferhülle) damals noch nicht bloßgelegt waren, sondern erst seither der Abtragung zugänglich gemacht wurden.

Die Ablagerungen des Ennstaler Tertiärs sind sämtlich als tektonisch eingeklemmte, zum Teil überschobene Schichtenstreifen anzusehen, welche den Rest einer einst viel ausgedehnteren Sedimentschichte darstellen.

Als Anzeichen für ihre urprünglich viel weitere Verbreitung werden mit F. v. Moisissovics die Augensteine angesehen. Die sich in neuerer Zeit immer mehr vermehrenden Fundstellen von Augensteinen in den verschiedenen Teilen der Ennstaler Alpen (Dachsteingruppe, Gesäuseberge, Hochschwab) führen zur Auffassung, daß eine zwar nicht geschlossene, aber doch sehr ausgedehnte und weit verbreitete Schotterdecke die Kalkalpen überzogen hat. Während schichtförmig erhaltene Reste derselben nur im Ennstaler Tertiär vorliegen, bilden die Augensteine, die in die Klüfte und Fugen, sowie in die Höhlengänge des Dachsteinkalkes eingeschwemmten, letzten Reste dieser einst hangenden Schichtdecke. An vielen Punkten konnte festgestellt werden, daß die Augensteine bis in die höchsten Regionen des Kalkgebirges hinaufreichen und daß sie auch hier nirgends mehr auf primärer Lagerstätte, sondern eben als Spalt- und Kluftfüllungen oder als Inhalt alter Höhlengänge erscheinen.

In bezug auf den Geröllbestand und die Geröllgröße ergibt sich eine gute Analogie zwischen den Augensteinen und den Geröllagen im Wagreiner Tertiär. Die Verhältnisse am Stoderzinken, noch mehr aber jene bei Hieflau lassen schrittweise den Übergang aus dem Ennstaler Tertiär in die daraus hervorgehenden typischen Augensteinfelder erkennen.

Es soll ja nicht die Möglichkeit geleugnet werden, daß in ganz untergeordnetem Maße die Augensteine auch aus der Umschwemmung älterer Quarz- und Schiefergeröll enthaltender Schichten (Gosau, Eozän) hervorgegangen sein mögen. An den von mir näher untersuchten Örtlichkeiten im Dachstein, Tennengebirge und östlichen Ennstaler Alpen möchte ich dies aber nach der Sachlage nicht für verwirklicht halten, da die älteren Geröllager (Eozän, Gosau) aus deren Umschwemmung sich die primären Augensteinlager hätten bilden können, doch nur zu lokal auftreten, ferner da gerade am Südsaum der Kalkalpen, wo die mächtigen

von mir studierten Augensteinlager liegen, ja gar nicht (oder doch nur in sehr geringer Ausdehnung) vorhanden gewesen sein dürften, wobei der Grölltransport doch im wesentlichen von S nach N erfolgt ist.[1] Ich halte es aber anderseits für durchaus wahrscheinlich, daß weiter im N (im kalkalpinen Aufschüttungsbereich der primären Augensteinfelder), soweit dort vielleicht Aufragungen aus Gosauschichten oder geröllführendem Eozän bestanden haben, auch aus diesen Quarz- und Schiefermaterial für die tertiären Augensteine geliefert wurde, was aber nur von untergeordneter Bedeutung gewesen sein kann.

Wir kommen also zur Auffassung, daß eine weitgehende Einhüllung der nördlichen Kalkalpen zur »Augensteinphase« mit einem zentralalpinen Schuttfächer (aus Grauwackenzone und Altkrystallin) zu konstatieren ist, welcher auch noch aus den Randteilen der Kalkalpen Geröllbeimischungen erhalten hat.

Die weitgehende, seither erfolgte Abtragung, die eine mächtige Schuttdecke von den Kalkalpen völlig weggefegt hat und die auch in der vorher erwähnten Disharmonie zwischen dem Geröllbestand des Wagreiner Tertiärs und dem Gesteinsaufbau seiner gegenwärtigen Umrandung zum Ausdruck kommt, spricht unbedingt für ein höhertertiäres Alter dieser Aufschüttungsperiode. Nach derselben Richtung weist das Verhältnis des Ennstaler Tertiärs zum Miozän der Mur-Mürz-Furche, welchem gegenüber sich die Augensteinablagerungen als anscheinend beträchtlich älter erweisen. Die Herkunftsregion des krystallinen Geröllanteiles der Augensteine im Hochschwabgebiet scheint teilweise dort zu liegen, wo später die Süßwasserbecken der Mur-Mürz-Senken eingewalmt wurden. Das Ennstaler Tertiär und die Augensteine müssen nach diesem Befund älter als das Mittelmiozän der Mur-Mürz-Senke anzusehen sein, zu dessen Bildungszeit schon abweichende Abdachungsverhältnisse bestanden haben werden. Sie rücken demnach vermutlich in das unterste Miozän oder bereits in das oberste Oligozän.

Die im Ennstal gewonnenen Ergebnisse finden im Studium des Unterinntaler Tertiärs eine gute Bestätigung. Die hier auftretenden Angerbergsschichten, welche nach der auf paläontologischem Wege erzielten Begründung Schlosser's als aquitan anzusehen sind, entsprechen ebenfalls einem, an bedeutenden Störungen tief eingeklemmten Schollenstreifen, der den Rest einer ursprünglich ausgedehnteren Ablagerung darstellt. Die Geröllzusammensetzung weist im Unterinntaler Tertiär vorzüglich auf den Südrand der Kalkalpen und vor allem auf die Grauwackenzone hin, welche beide damals offenbar noch viel ausgiebiger als gegenwärtig noch die tieferen Decken der Tauern bedeckt haben dürften. Die Augensteine des Kaisergebirges wurden vermutungsweise als auf sekundärer Lagerstätte befindliche Residua der Angerbergschichten gedeutet.

---

[1] Auch die Radiolaritgerölle in den Augensteinlagern des Dachsteingebietes sind nicht einfach eingeschwemmte Reste einer verwitterten Juragesteinsmasse, sondern haben — offenbar oberflächlich — schon einen gewissen Flußtransport mitgemacht.

Ich halte es für eine brauchbare Arbeitshypothese, die Angerbergschichten des Inntales mit den in gleicher tektonischer Position auftretenden, durch einen analogen Geröllbestand und durch analoge Geröllbeschaffenheit ausgezeichneten tertiären Bildungen des Ennstales zeitlich in Parallele zu setzen und beide ins »Aquitan« zu stellen. Hiedurch scheinen all diese Bildungen auch, wie es Schlosser und andere Forscher schon bezüglich der Angerbergschichten betont haben, in enger, zeitlicher und genetischer Beziehung zur oberen Süßwassermolasse Bayerns zu stehen.

Die Annahme einer weiten Verhüllung der nördlichen Kalkalpen und wohl auch noch jener des Inngebietes durch ausgedehnte Schotterfelder muß für die Beurteilung des Geröllbestandes in der Molasse, dessen Ableitung aus den Alpen heraus mir — anderen Meinungen gegenüber — noch am wahrscheinlichsten erscheint, von wesentlicher Bedeutung sein. So wichtig diese Frage auch ist, so möchte ich doch vor endgültiger Stellungnahme hier noch die Ergebnisse weiterer Untersuchungen abwarten.

In tektonischer Hinsicht lassen diese angedeuteten Ergebnisse die Auffassung zu, daß seit Entstehung des Enns-Inntal-Tertiärs zwar noch bedeutende tektonische Einklemmungen, Einfaltungen und steile Überschiebungen im Bereich der Inn- und Ennstallängszone und deren unmittelbaren Nachbarschaft, eingetreten sind, die die Schichten um 1000 *m* und mehr gegeneinander verstellt und verschoben haben. Dagegen lassen sich meiner Meinung nach auch im Inntal keine Anzeichen für flache Deckenüberschiebungen nach Ausbildung der Angerbergschichten erkennen. Die Tatsche, daß zwar noch das Eozän (im Salzkammergut) an den großen, alpinen Überschiebungsbahnen eingeklemmt vorliegt (vgl. E. Spengler, 65), dagegen soweit bisher bekannt, nirgends das Ennstaler Tertiär von diesen Überschiebungen betroffen wurde, spricht zweifelsohne zugunsten der Auffassung eines voraquitanen Alters der großen Schubbewegungen in den östlichen Alpen,[1] eine Annahme, welche sich mit den Anschauungen E. Richter's (unter- bis mitteloligozäner Deckenschub), E. Spengler's (vormiozäner Deckenschub) und den Anschauungen F. Hahn's u. a. deckt. Hätten nach Ablagerung des Ennstaltertiärs und seiner abgetragenen Fortsetzung (in den Augensteinschottern) noch weitgehende Falt- und Schubbewegungen innerhalb der Kalkalpen stattgefunden, so müßten wir in sehr ausgedehntem Maße Reste dieser Schichten an den flachen Bewegungsbahnen antreffen, was nicht der Fall ist.

Für die morphologische Entwicklung der Ostalpen ergeben die hier dargelegten Studien, wie mir scheint, das wichtige Resultat, daß aus der Zeit der Augensteinphase keinerlei Landschaftsreste mehr erhalten sind, wie dies auch W. Schmidt u. a. vermutet hatten, sondern, daß die seither eingetretene Abtragung das

[1] Mit Ausnahme der Randüberschiebung der Flyschzone auf das Miozän.

Gebirge — auch in dessen höchsten Teilen — schon tief darunter erniedrigt hat. Aus geologischen Gründen (Geröllgröße der Schotterablagerungen) kann geschlossen werden, daß die Zentralalpen damals nur einem Mittelgebirge mit ausgeglichenen Formen entsprochen haben, welchem die Kalkalpen als eine niedrige Hügel- und Schotterlandschaft nordwärts vorlagen. Von oligozänen oder auch altmiozänen Landoberflächen sind demnach in den östlichen Alpen offenbar keine Spuren mehr erhalten. In dieser etwas stärkeren Bewertung der Abtragung in jungtertiärer Zeit wird sich auch eine etwas bessere Übereinstimmung mit den diesbezüglichen Auffassungen der westalpinen Geologen herstellen lassen, als es bisher der Fall gewesen ist.

Die ältesten, noch in unseren Kalkhochalpen erkennbaren Landschaftsformen, welche zuerst N. Krebs (25) und dann besonders G. Götzinger (16) beschrieben haben, möchte ich, nach den am Ostrand der Alpen erzielten Ergebnissen, ins Mittelmiozän (82) stellen. Auf weitere Fragen der Landschaftsformen in den Kalkalpen, welchen auch bei meinen Studien ein Augenmerk zugewendet wurde, soll hier nicht näher eingegangen werden. Nur kurz sei noch hervorgehoben, daß meiner Meinung nach nicht nur mit einer einzigen, später zerstückelten und zerbröckelten Landoberfläche in den nördlichen Kalkalpen zu rechnen sein wird, sondern mit mehreren, aufeinander folgenden Niveaus, so daß sich auch die morphologische Geschichte als mannigfaltiger und vielgestaltiger erweisen, als häufig angenommen wird, und hiedurch ein gutes Gegenstück in der so bunten und reichlich gegliederten Sedimentfolge am östlichen Alpenrand finden wird.

So wenig auch meiner Meinung nach an einer jungen, in Form von Verbiegungen und teilweise auch bruchförmigen Dislozierungen vor sich gehenden Verbiegung der miozänen Landoberflächen in unseren Nordalpen zu zweifeln ist, so bin ich doch auf Grund der am östlichen Alpenrand und im Innern der Alpen gewonnenen Studienergebnisse zur Überzeugung gekommen, daß die Annahme weitgehender, junger, speziell quartärer und nachquartärer Dislokationen — insbesonderere solcher bruchförmiger Art —, nicht in dem Maße verwirklicht ist, und insbesondere auch für die Verteilung der Landoberflächen nicht jene Bedeutung besitzt, wie sie ihnen von mancher Seite zugeschrieben wird.

Ich hoffe, daß in dieser Studie einige bedeutsame Probleme jüngertertiärer Geologie aufgerollt erscheinen, deren weiterer Verfolgung noch Untersuchungen der nächsten Zeit gewidmet sein sollen.

Literaturverzeichnis.

1. Angerer, Exkursionsbericht aus dem Dachsteingebirge. Geogr. Jahresber. Österr. 1897.
2. Ampferer O., Üher die regionale Stellung des Kaisergebirges. Jahrb. d. Geol. St.Anst. 1921, 71. Bd., 3. u. 4. Heft.

2a. — Geol. Spezialkarte von Osterreich, Blatt Kufstein. Wien 1927.

3. — Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. Jahrb. d. Geol. Bund.Anst. 1922, 57. Bd.
4. — Über größere junge Formänderungen in den nördlichen Kalkalpen. Zeitschr. f. Geomorph., Bd. 1, 1926.

— Beiträge zur Geologie von Hieflau. Jahrb. d. Geol. Bund.Anst., 77. Bd., 1927, Heft 1 u. 2.

6. Bädecker D., Beiträge zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen. Geogr. Jahrbesber. aus Österr., 12. Bd., 1922.
7. Biese W., Vorläufiger Bericht über Untersuchungen in den Dachsteinhöhlen. Mitt. über Höhlen und Karstforschungen. Zeitschr. d. Hauptverb. deutscher Höhlenforscher, Jahrg. 1926, Heft 1 u. 2, Berlin.
8. Bock H., Lahner G. und Gaunersdorfer G., Höhlen im Dachstein. Graz 1913.
9. Boden K., Die Geröllführung der miozänen und oligozänen Molasseablagerungen im südbayrischen Alpenvorlauf zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung. Mitt. d. Geogr. Ges. München, Bd. XVIII, 3. Heft, 1925.
10. — Über Entstehung und Bedeutung der oberbayrischen Molasse. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol., Abt. B, p. 236.
11. Diener C., Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Aus »Bau u. Bild Österreichs«, Wien 1903 bei F. Tempsky, p. 381.
12. Geyer G., Über den geologischen Bau der Warscheneckgruppe. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. 1913, p. 308.
13. — Aus der Umgebung von Mitterndorf und Grundlsee im steirischen Salzkammergut. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien 1915, p. 192.
14. — Reterat über E. Spengler. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. 1915.
15. — Zur Morphologie der Gesäuseberge. Mitt. d. Deutschen u. Österr. Alpenver. 1918.
16. Götzinger G., Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1913, 56. Bd.
17. — Weitere neue Funde von Augensteinen auf den östlichen Kalkhochplateaus (II. Mitteilung). Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Wien 1915, Nr. 14, p. 281/84.
18. — Höhlen im Dachstein. Mitt. d. Deutschen Österr. Alpenver. 1913. p. 277.
19. Gümbel C. W., Über einen Nummulitenfund bei Radstadt. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Wien 1889, p. 231.
20. — Geologische Bemerkungen über die warmen Quellen von Gastein und ihre Umgebung. Sitzungsber. d. mathem.-phys. Klasse d. kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. München. Bd. XIX, 1889.
21. Heritsch F., Geologie der Steiermark. Graz 1921, Leuschner & Lubensky.
22. Klebelsberg, R. v., Die Hebung der Alpen. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. Berlin 1925. Mon.-Ber. Nr. 11—12, p. 275.
23. Kober L., Bau und Entstehung der Alpen, Berlin 1923 bei Gebr. Bornträger, p. 258 bis 262.
24. — Geologie der Landschaft um Wien. Berlin 1927 bei Gebr. Bornträger.

Krebs N., Die nördlichen Kalkalpen zwischen Enns, Mürz und Traisen. Penck's geogr. Abhandl., VIII. Bd., 2. Heft, Wien 1903.

26. — Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913.
27. — Die Dachsteingruppe. Zeitschr. d. Deutschen u. Österr. Alpenver. 1915.
28. — Die Ostalpen und das heutige Österreich. Eine Länderkunde. Stuttgart 1928.
29. Lebling Cl., Molasse und Alpen zwischen Lech und Salzach. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges., 77. Bd., 1925, Abhandl. Nr. 2.
30. Lehmann O., Die große Eishöhle im Tennengebirge (Eisriesenwelt). IV. morph. Beobachtungen. Speläolog. Jahrb., 3. Jahrg., Heft 3 u. 4.
31. — Pia J. usw., Bericht über die Eishöhle im Tennengebirge. Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse, 58. Jahrg., p. 79 bis 86, 1921.
32. Leuchs K., Kaisergebirgsdecke und Unterinntaler Tertiär. Verhandl. d. Geol. Bund.Anst. Wien 1925, Nr. 3 u. 4.
33. — Augensteinschotter im Kaisergebirge (Nordtirol). Verhandl. d. Geol. Bund.Anst. Wien 1924, Nr. 12.
34. — Geologie von Bayern. II. Teil. Die bayrischen Alpen. Berlin 1927. Verlag Gebr. Bornträger.
35. Leyden S., Die Entwicklung der Alpen zum Hochgebirge. Geologische Rundschau 1922, XIII. Bd., p. 18.
36. Machatschek F., Die Eisriesenhöhle im Tennengebirge. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin, XX. Bd., 1921, p. 60 bis 64.
37. — Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien. Abt. I, Heft 4, Berlin 1922.
38. Die Mineralkohlen Österreichs. Wien 1903, p. 52.
39. Mojsissovics, E. v., Das Auftreten von Nummulitenschichten bei Radstadt im Pongau. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Wien 1897, p. 215 bis 216.
40. — Über die am linken Ufer der Enns vorhandenen Sedimentlappen tertiärer Bildungen. Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt Wien 1899, Jahresber.
41. — In C. Diener, »Bau und Bild der Ostalpen«. Wien 1903, p. 391.
42. — Erläuterungen zur geologischen Karte d. im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der österr.-ung. Monarchie. Südwestgruppe Nr. 19, Ischl und Hallstatt, Wien 1905.
43. Östreich K., Ein alpines Längstal zur Tertiärzeit. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1899, Wien, p. 165.
44. Penck A. und Brückner E., Alpen im Eiszeitalter. Bd. I, 1909, p. 39.
45. Penck A., Das Antlitz der Alpen. Vortrag, gehalten auf der 88. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Innsbruck 1924, in »Die Naturwissenschaften« 1924.
46. Penck W., Die morphologische Analyse. Geogr. Abhandl. II/2, 1924.
47. Peters C. F., Geologische Verhältnisse der Nordseite der Radstädter Tauern. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien 1854.
48. Petrascheck W., Kohlengeologie der österrreichischen Teilstaaten, VI. Braunkohlenlager der österr. Alpen (II. Teil) Ennstal, Kärnten, Tirol. Berg- u. Hüttenm., Jahrb. 1924.
49. — Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. VI. Braunkohlenlager der österreichischen Alpen. Die Kohlenlager des Mürz- und Murgebietes und seine Ausläufer in Kärnten, Niederösterreich und Ungarn.
50. Pia J., Geologische Beobachtungen in der großen Eishöhle im Tennengebirge. Mitt. d. Bundeshöhlen-Kommission, III. Jahrgang, Wien 1922, p. 48 bis 65.
51. Prinzinger, Über das Schiefergebirge im südlichen Teil des Kronlandes Salzburg. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien, I. Bd., 1850.

52. Redlich K. A., Neue Beiträge zur Kenntnis der tertiären und diluvialen Wirbeltierfauna von Leoben. Verhandl. d. Geol, Reichsanst. Wien 1906.

53. Seefeldner E., Zur Morphologie der Salzburger Alpen. Geogr. Jahresber. aus Österreich, Wien, XIII. Bd., 1926.

54. Schlosser M., Zur Geologie von Nordtirol. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Wien 1895, p. 340.

— Zur Geologie des Unterinntales. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien 1909, LIX. Bd., Heft 3 u. 4.

56. — Revision der unteroligozänen Fauna von Häring und Reith im Winkel. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläontol., Beil. Bd. 47, 1922.

57. — Das Eozän und Unteroligozän der bayrischen Alpen. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1922, p. 101.

58. Schmidt W., Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 129. Bd., 10. Heft, 1920.

59. — Gebirgsbau und Oberflächenform der Alpen. Jahrb. d. Geol. Bund.Anst. Wien 1923. 73. Bd., Heft 3 u. 4.

60. Schwinner R., Geologisches über die Niederen Tauern. Zeitschr. d. Deutschen u. Österr. Alpenver. München 1924.

61. Simony F., Über Urgebirgsgeschiebe auf dem Dachsteinplateau. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1851.

62. — Über das erratische Phänomen im Traungebiet. Anzeiger d. Akad. d. Wiss. Wien 1868, mathem.-naturw. Kl., Nr. 5.

63. — Das Dachsteingebiet. Wien 1895.

64. Sölch J., Grundfragen der Landformung in den nordöstlichen Alpen. Geogr. Annaler 1922, Heft 2, Stockholm.

65. Spengler E., Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten. I. Teil: Die Gosauzone Ischl, Strobl, Abtenau. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1912, CXXI. Bd.

66. — Die Gebirgsgruppe des Plassen und der Hallstätter Salzberg. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. Wien 1918.

67. — Zur Talgeschichte des Traun- und Gosautales im Salzkammergut. Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Wien 1918. Nr. 6.

68. — Die tertiären und quartären Ablagerungen des Hochschwabgebietes und deren Beziehungen zur Morphologie. Zeitschr. f. Geomorph., Bd. II, 1924.

69. Spöcker R., Die Mammuthhöhle im Dachstein. Mitt. über Höhlen- u. Karstforschungen, Jahrg. 1925, p. 70.

70. Stille H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1927, Verlag Gebr. Bornträger.

71. Stiny J., Beziehungen zwischen Talnetz und Gebirgsbau in Steiermark. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 131, Heft 6, 1922.

72. — Verhandl. d. Geol. Bund.Anst. Wien 1922, Nr. 1, Jahresber., p. 24.

72a. — Verh. d. Geol. Bund.Anst. 1927, Nr. 1, Jahresber., p. 38.

73. — Randbemerkungen zum Schrifttum über das Tertiär der Stoderalpe. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol. 1925, Abt. B, Nr. 12, p. 393 bis 398.

74. Stur D., Die geol. Beschaffenheit des Ennstals. Jahrb. d. k. k. Geol. Bund.-Anst. 1853, IV. Bd.

75. Suess E., Über die Spuren eigentümlicher Eruptionserscheinungen auf dem Dachsteingebirge. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1860, 40. Bd., p. 428.

76. Trauth F.. In V. Uhlig's »Zweiter Bericht über geotektonische Untersuchungen in den Radstädter Tauern.« Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., CXVII. Bd., Abt. I, 1908.

76a. Trauth F., Das Eozänvorkommnis bei Radstadt i. P. Denkschr. d. Akad d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 95, 1918, p. 5.

77. — Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, IX. Bd., 1916, p. 85.

78. — Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. Denkschriften d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., 1925.

79. Wähner F., Geologische Bilder von der Salzach. Vorträge d. Vereines zur Verbr. naturw. Kenntnisse in Wien, XXXIV. Jahrg., Heft 17, Wien, 1894.

80. Winkler A., Über jungtertiäre Tektonik und Sedimentation am Ostrand der Zentralalpen. Mitt. d. Geol. Ges., Wien 1914.

81. — Über die Beziehungen der Sedimentation, Tektonik und Morphologie in der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Ostalpen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, Jahrg. 1923, 132. Bd., 9. u. 10. Heft.

82. — Zur geologischen und geomorphologischen Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Zentralalpen in der Miozänzeit. Geologische Rundschau 1926, Heft 1, 3, 4, Bd. XVII.

83. — Zum jungtertiären Entwicklungsbild der Ostalpen. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol., Abt. B, 1926.

84. — Über Studien in den inneralpinen Tertiärgebieten. Anzeiger d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., 1927.

85. — Die Geröllzusammensetzung der Inntaler Molasse. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Paläontol., Abt. B, 1928 (in Druck).

86. — Geologische Probleme den östlichen Hohen Tauern. Jahrb. d. Geol. Bund.-Anst. 1925.

Nachtrag.

Bock H., Das Alter der Dachsteinhöhlen. Mitt. über Höhlen- und Karstforschungen. Berlin 1926—1927.

Sölch J., Die Landformung der Steiermark (Grundzüge einer Morphologie). Graz. Im Verlage des Naturw. Vereines für Steiermark 1928. Graz.

Wissmann H. v., Das Mitter-Ennstal. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. 25. Bd., Heft 1. Stuttgart 1927.